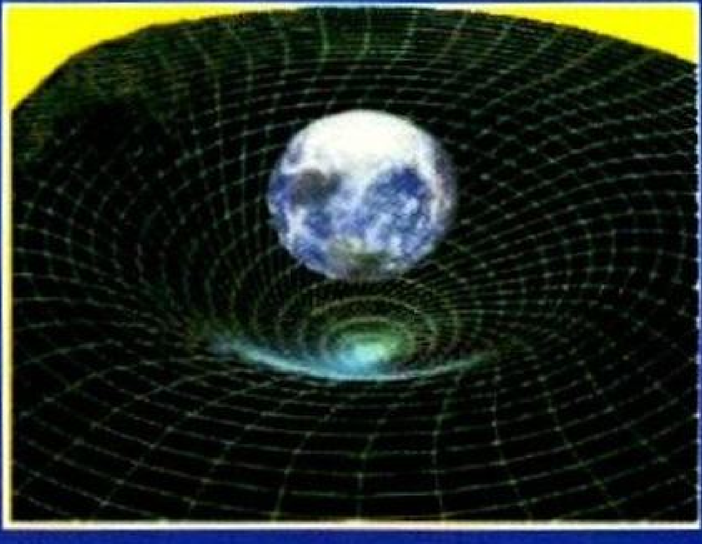
LÊ VĂN THÔNG

PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Vật lí 11

CƠ BẢN - NÂNG CAO

- TÓM TẮT LÍ THUYẾT
- BÀI TẬP TỰ LUẬN VÀ TRẮC NGHIỆM



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

LÊ VĂN THÔNG

Phân loại bài tập
VẬT LÍ 11

CƠ BẢN - NÂNG CAO

(THEO TỪNG BÀI HỌC Ở TRƯỜNG PHỔ THÔNG)

- Tóm tắt lí thuyết từng bài học
- Bài tập tự luận
- Bài tập trắc nghiệm

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

Lời nói đầu

Từ niên khóa 2006 - 2007 các em thi Tú tài, Đại học và Cao đẳng đều phải làm bài bằng hình thức trắc nghiệm môn Vật lí.

Để giúp các em học tốt môn Vật lí lớp 11 theo chương trình cải cách từ năm 2007 - 2008 của Bộ giáo dục và Đào tạo. Chúng tôi biên soạn quyển sách ***"Phân loại bài tập Vật lí 11"*** với các nội dung chính sau:

- Tóm tắt lí thuyết từng bài học
- Bài tập tự luận
- Bài tập trắc nghiệm

Tác giả cố tình đan xen các bài tập tự luận và trắc nghiệm ứng với nhau, giúp các em dễ áp dụng và tự kiểm tra khả năng làm bài trắc nghiệm của mình để chuẩn bị cho các kì thi vào năm sau.

Chúng tôi hi vọng quyển sách này sẽ là một tài liệu tốt giúp cho học sinh củng cố thêm kiến thức trong quá trình học môn Vật lí tại trường.

Chúng tôi mong đón nhận những ý kiến xây dựng từ phía bạn đọc để quyển sách được hoàn chỉnh hơn trong các lần tái bản sau.

Tác giả

LÊ VĂN THÔNG

Phần I. ĐIỆN TỪ HỌC

Chương I. TĨNH ĐIỆN HỌC

Bài 1. ĐIỆN TÍCH – ĐỊNH LUẬT CU–LÔNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hai loại điện tích

- Điện tích âm – Điện tích dương.
- Những điện tích cùng dấu đẩy nhau. Điện tích trái dấu hút nhau.
- Đơn vị của điện tích là Cu-lông. Kí hiệu: C.

2. Định luật Cu-lông

Hai điện tích điểm q_1, q_2 đứng yên trong chân không cách nhau một khoảng r, thì tương tác với nhau một lực F_0, tỉ lệ với tích độ lớn các điện tích ($|q_1|, |q_2|$) tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng

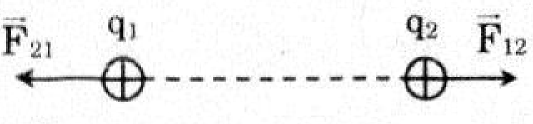
$$F_0 = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} \qquad \bullet\ k = 9.10^9(N.m^2/c^2)$$

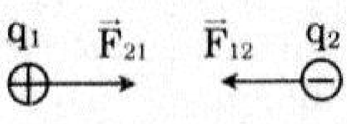
3. Tương tác của các điện tích đứng yên trong điện môi đồng chất

- Thực nghiệm cho thấy lực tương tác giữa hai điện tích đặt trong môi trường đồng chất giảm so với tương tác trong chân không ε lần, ε gọi là hằng số điện môi.
- Biểu thức lực tương tác: $F = \dfrac{k|q_1q_2|}{\varepsilon r^2}$

Chú ý:

- $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o}$; với $\varepsilon_o = 8{,}85.10^{-12}\ C^2/Nm^2$ hằng số điện.
- Định luật Cu-lông đúng cả khi $r \approx 10^{-14}$m
- Véctơ lực tương tác giữa hai điện tích điểm





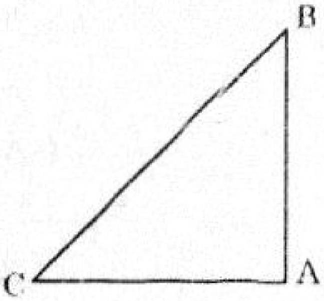
- Điểm đặt trên mỗi điện tích.
- Phương trùng với phương đường thẳng qua điểm đặt 2 điện tích.

- Chiều:
  - Hướng ra xa hai điện tích nếu chúng cùng dấu.
  - Hướng vào nhau nếu chúng trái dấu.
  - Môđun: $F_{12} = F_{21} = \dfrac{k|q_1q_2|}{\varepsilon r^2}$

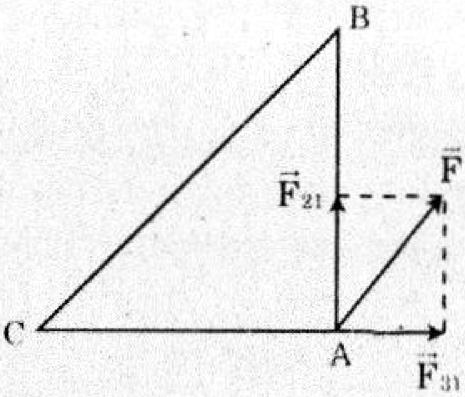
* ***Chú ý:*** Điện tích điểm q chịu nhiều lực điện $\vec{f}_1, \vec{f}_2 \dots \vec{f}_n$ thì hợp lực $\vec{F} = \sum \vec{f}_i$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1.1. Cho ba điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-6}$C; $q_2 = -4.10^{-6}$C, q_3 đặt lần lượt tại ba đỉnh ABC của một tam giác vuông cân tại A trong chân không, cho AB = AC = 30cm. Lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích điểm q_1 là F = 1N. Tính điện tích q_3.



Giải



Lực điện (lực hút) giữa hai điện tích $q_1;q_2$:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.4.10^{-6}}{(30.10^{-2})^2} = 1,6N$$

Lực điện giữa hai điện tích $q_1; q_3$:

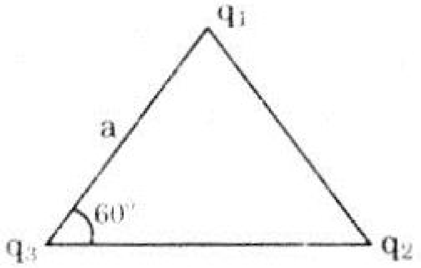
$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-7}.q_3}{(30.10^{-2})^2} = 4.10^4|q_3| \qquad (1)$$

Do $\vec{F}_{21}$ vuông góc với $\vec{F}_{31}$ nên độ lớn lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 bằng:

$$F^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 \Rightarrow 2^2 = 1,6^2 + F_{31}^2 \Rightarrow F_{13} = 1,2N$$

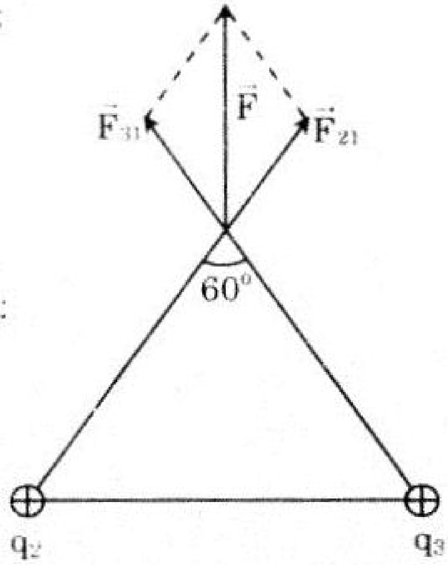
(1)⇒ $|q_3| = 3.10^{-5}$C

1.2. Có ba điện tích $q_1 = q_2 = q_3 = 10.10^{-6}C$ đặt trong chân không ở 3 đỉnh tam giác đều cạnh a = 30cm. Tính lực điện tác dụng lên mỗi điện tích.



Giải

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_1 q_2:



$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2}$$

$$= \frac{9.10^9.1.10^{-6}.1.10^{-6}}{(30.10^{-2})^2} = 0,1N$$

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_1; q_3:

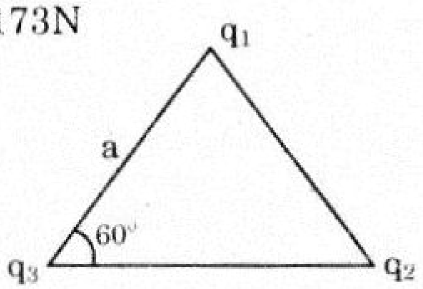
$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{r^2}$$

$$= \frac{9.10^9.1.10^{-7}.1.10^{-7}}{(30.10^{-2})^2} = 0,1N$$

Do $\vec{F}_{21}$ hợp với $\vec{F}_{31}$ một góc 60^0 và $F_{21} = F_{31}$ nên độ lớn lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 bằng:

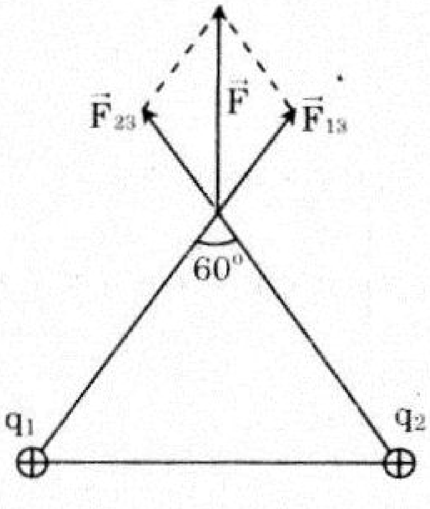
$$F = 2F_{21}\cos 30^0 = 2.0,1.0,866 = 0,173N$$

1.3. Có ba điện tích $q_1 = q_2 = 1,0.10^{-6}C$ và q_3 đặt trong chân không ở 3 đỉnh tam giác đều cạnh a = 10cm. Lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_3 là F = 1,56N. Tính q_3.



Giải

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_1; q_3:



$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{r^2}$$

$$= \frac{9.10^9.1.10^{-7}.|q_3|}{(10.10^{-2})^2} = 9.10^4|q_3|$$

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_2;q_3:

$$F_{23} = F_{32} = \frac{k|q_2.q_3|}{r^2}$$

$$= \frac{9.10^9.1.10^{-7}.|q_3|}{(10.10^{-2})^2} = 9.10^4|q_3|$$

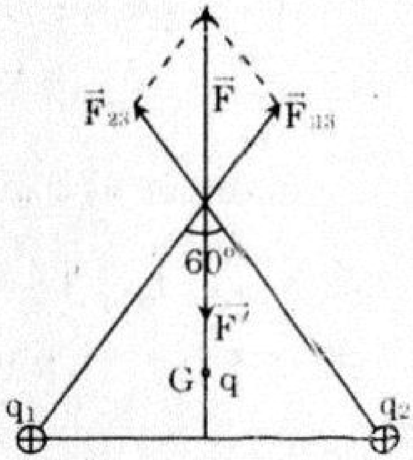
Do $\vec{F}_{13}$ hợp với $\vec{F}_{23}$ một góc 60^0 và $F_{13} = F_{23}$ nên độ lớn lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_3 bằng:

$$F = 2F_{13}\cos 30^0 = 2.9.10^4|q_3|.0,866 = 1,56$$

$$|q_3| = 1,0.10^{-5}C$$

1.4. Ở trọng tâm của một tam giác đều người ta đặt một điện tích $q = \sqrt{3}.10^{-6}C$. Xác định dấu và độ lớn điện tích q' cần đặt ở mỗi đỉnh của tam giác để cho cả hệ ở trạng thái cân bằng.

Giải



Gọi q_1, q_2, q_3 lần lượt là điện tích đặt tại ba đỉnh của tam giác đều ABC cạnh là a.

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_1; q_3:

$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{r^2} = \frac{k.q'^2}{a^2}$$

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích q_2; q_3:

$$F_{23} = F_{32} = \frac{k|q_2.q_3|}{r^2} = \frac{k.q'^2}{a^2}$$

Do $\vec{F}_{13}$ hợp với $\vec{F}_{23}$ một góc 60^0 và $F_{13} = F_{23}$ nên độ lớn lực điện tổng hợp do q_2 và q_3 tác dụng lên điện tích q_1 bằng:

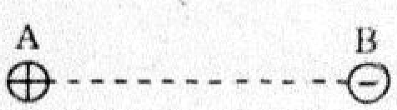
$$F = 2F_{13}\cos 30^0 = F = \frac{2k.(q')^2}{a^2}\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{k.(q')^2\sqrt{3}}{a^2}$$

Gọi $\vec{F}'$ là lực điện do q' tác dụng lên q_3. Điều kiện cân bằng:
$\vec{F} + \vec{F}' = 0 \Rightarrow \vec{F} \uparrow\downarrow \vec{F}'$ và $F = F'$. Vậy điện tích q' trái dấu với điện tích q

$$F' = \frac{-k.qq'}{r'^2} = \frac{-k.qq'}{\left(a\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = \frac{-3k.qq'}{(a)^2}$$

$$F = F' \Rightarrow q' = -\sqrt{3}q = -3.10^{-6}C$$

1.5. Hai điện tích $q_1 = 2.10^{-8}C$; $q_2 = -8.10^{-8}C$ đặt cách nhau một đoạn AB = 15cm. Phải đặt điện tích q_3 ở đâu để nó cân bằng?

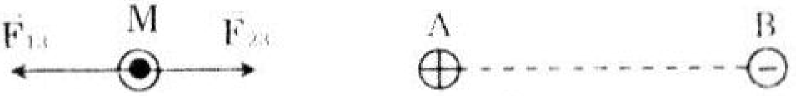


Giải

Gọi $\vec{F}_{13}$ và $\vec{F}_{23}$ lần lượt là hợp lực do q_1 và q_2 tác dụng lên q_3.

Điều kiện cân bằng của q_3: $\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = 0 \Rightarrow$ M nằm trên đường thẳng AB và $q_1q_2 < 0$ nên M nằm ngoài đoạn AB

$|q_1| < |q_2|$ nên M gần q_1 hơn.



$$F_{13} = \frac{k|q_1.q_3|}{AM^2};\ F_{23} = \frac{k|q_2.q_3|}{BM^2}$$

$$\Rightarrow \quad F_{13} = F_{23} \Rightarrow \left(\frac{AM}{BM}\right)^2 = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{8.10^{-8}}{2.10^{8}} = 4$$

$$\Rightarrow \quad BM = 2AM > AM \qquad (1)$$

Mà $\quad BM - AM = AB = 15cm \qquad (2)$

Từ (1) và (2), suy ra: $AM = 15cm$ và $BM = 30cm$

1.6. Hai vật giống nhau, cùng khối lượng 3.10^5kg, cùng tích điện tích q. Khoảng cách giữa chúng 40km. Tính q, để lực hấp dẫn giữa chúng bằng lực tĩnh điện.

Giải

Lực điện giữa hai điện tích $q_1 = q_2 = q$:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2} = \frac{kq^2}{r^2}$$

Lực hấp dẫn giữa hai điện tích có cùng khối lượng m:

$$F'_{12} = F'_{21} = \frac{Gm_1.m_2}{r^2} = \frac{Gm^2}{r^2}$$

Theo đầu bài: $F_{12} = F'_{12} \Rightarrow kq^2 = Gm^2$

$$\Rightarrow \quad 9.10^9 q^2 = 6{,}67.10^{-11}.(3.10^5)^2 \Rightarrow q = \pm 2{,}58.10^{-5}C$$

1.7. Nếu có một điện tích Q đem chia được cho hai vật dẫn đặt cách nhau một khoảng xác định thì cần phân chia điện tích đó cho mỗi vật dẫn như thế nào để lực điện tác dụng giữa hai vật dẫn có giá trị lớn nhất.

Giải

Lực điện giữa hai điện tích q_1; q_2

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2}$$

Xét $Q > 0 \Rightarrow q_1 + q_2 = Q = const > 0$.

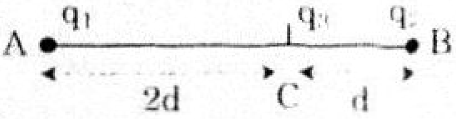
Theo bất đẳng thức Côsi: $q_1 + q_2 \geq 2\sqrt{q_1.q_2} = const$

$\Rightarrow q_1q_2$ đạt giá trị lớn nhất khi $q_1 = q_2 = Q/2$.

Kết quả vẫn đúng trong trường hợp $Q < 0$.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.8. Điện tích q_1, q_2, q_3 sắp xếp như hình vẽ: $q_1 = -4.10^{-6}C$; $q_3 = 4.10^{-6}C$ và khoảng cách d = 2m. Điện tích q_2 phải bằng bao nhiêu để q_3 cân bằng?



A. 4μC   B. −1μC   C. 1μC   D. 16μC.

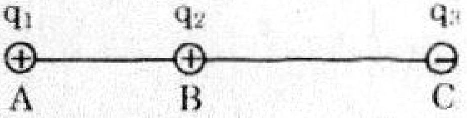
1.9. Lực tác dụng giữa một điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-5}C$ và một điện tích khác $q_2 > 0$ đặt cách nhau 2m trong không khí là 0,9N. Điện tích q_2 có giá trị:

A. $1.10^{-6}C$ B. $1.10^{-5}C$ C. $1.10^{-4}C$ D. $0,5.10^{-5}C$.

1.10. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q > 0$ đặt cách nhau một khoảng r. Lực điện giữa chúng là F. Nếu một phần điện tích của vật 1 (q_3) truyền cho vật khác và cùng trong thời gian đó khoảng cách giữa hai vật tăng gấp đôi, lực tương tác lúc sau giữa chúng là 0,125F. Độ lớn của q_3 bằng:

A. $0,5q_1$ B. $0,875q_1$ C. $0,75q_1$ D. $0,25q_1$

1.11. Cho ba điện tích điểm $q_1 = 4μC$; $q_2 = 16μC$ và q_3 lần lượt đặt tại ba điểm A, B, C thẳng hàng (trong chân không) AB = 20cm, BC = 40cm. Lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 bằng F = 12,4N. Xác định điện tích q_3:



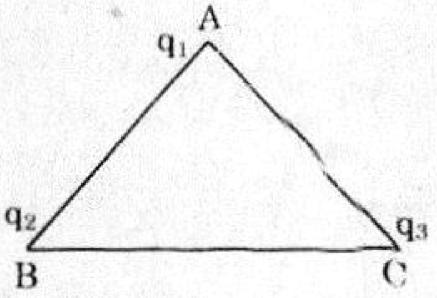
A. $q_3 = 8,9.10^{-6}C$

B. $q_3 = 2.10^{-5}C$

C. $q_3 = -0,22.10^{-5}C$

D. $q_3 = -2.10^{-5}C$

1.12. Cho ba điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-6}C$; $q_2 = -4.10^{-6}C$, q_3 đặt lần lượt tại ba đỉnh ABC của một tam giác vuông cân tại A trong chân không, cho AB = AC = 30cm. Lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích điểm q_1 là F = 2N. Điện tích q_3 bằng:



A. $q_3 = 1.10^{-5}C$ B. $q_3 = \pm 1.10^{-5}C$

C. $q_3 = 3.10^{-5}C$ D. $q_3 = \pm 3.10^{-6}C$

1.13. Nếu lực tác dụng giữa hai điện tích điểm mang cùng điện tích $q = 4.10^{-7}C$ đặt trong không khí cách nhau một khoảng r là 0,9N thì r bằng:

A. 2cm   B. 4cm   C. 0,4mm   D. 0,20m

1.14. Một hạt nhỏ mang điện tích $q = 6\mu C$, một hạt nhỏ khác mang điện tích $q' = 12\mu C$. Khi đặt chúng trong dầu hoả có hằng số điện môi bằng 2 thì lực điện tác dụng lên một hạt là $F = 2,6N$. Tìm khoảng cách r giữa hai hạt đó.

A. $r = 0,125m$ B. $r = 0,35m$ C. $r = 8m$ D. $r = 2,83m$

1.15. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q > 0$ đặt cách nhau một khoảng r. Lực điện giữa chúng là F. Nếu điện tích của mỗi vật giảm đi một nửa và cũng trong thời gian đó khoảng cách giữa hai vật là R thì lực tương tác lúc sau giữa chúng là 0,125F. Độ lớn của R bằng:

A. 2r B. 0,5r C. $r\sqrt{2}$ D. $r\frac{\sqrt{2}}{2}$

1.16. Hai quả cầu nhỏ có cùng khối lượng m = 10g, mang điện tích có cùng độ lớn và có gia tốc $a = 0,5m/s^2$, ở cách xa nhau một khoảng r. Điện tích của mỗi quả cầu đó là $1,49.10^{-6}C$. Khoảng cách giữa hai quả cầu bằng:

A. 4m B. 2,68m C. 2m D. 1,64m

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.8. Chọn đáp án: B. $-1\mu C$

Lực điện (lực hút) giữa hai điện tích q_1 và q_3:

$$F_{13} = \frac{k|q_1q_3|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.4.10^{-6}}{4d^2} = \frac{36.10^{-3}}{d^2}$$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích:

$$F_{23} = \frac{k|q_2q_3|}{d^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.q_2}{d^2}$$

Để q_3 cân bằng $q_2 < 0$ và $F_{13} = F_{23}$

$$\Rightarrow \frac{36.10^{-3}}{d^2} = -\frac{36.10^{3}.q_2}{d^2} \Rightarrow q_2 = -10^{-6}C$$

1.9. Chọn đáp án: B. $1.10^{-5}C$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-5}.q_2}{2^2} = 0,9N \Rightarrow q_2 = 1.10^{-5}C$$

1.10. Chọn đáp án: A. $0,5q_1$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc ban đầu:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{\varepsilon r^2} = \frac{kq^2}{\varepsilon r^2}$$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc sau:

$$F' = \frac{k|q'_1.q_2|}{\varepsilon(2r)^2} = \left|\frac{q'_1}{q_1}\right| \frac{k|q_1.q_2|}{4\varepsilon r^2} = \left|\frac{q'_1}{q_1}\right| \frac{F}{4} = \frac{F}{8}$$

$$\Rightarrow \quad |q'_1| = 0,5|q_1| \Rightarrow q_3 = 0,5q_1$$

1.11. Chọn đáp án: D. $q_3 = -2.10^{-5}C$

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích $q_1;q_2$:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{(AB)^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.16.10^{-6}}{(20.10^{-2})^2} = 14,4N$$

Do độ lớn lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 là $F < F_{12}$ nên $\vec{F}_{21}$ ngược hướng với $\vec{F}_{31}$ nghĩa là $q_3 < 0$

$$F_{31} = F_{21} - F = 14,4 - 12,4 = 2N$$

Lực điện (lực hút) giữa hai điện tích $q_1;q_3$:

$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{(AC)^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.|q_3|}{(60.10^{-2})^2} = 2N$$

$$\Rightarrow \quad q_3 = -2.10^{-5}C$$

1.12. Chọn đáp án: D. $q_3 = \pm 3.10^{-6}C$

Lực điện (lực hút) giữa hai điện tích $q_1;q_2$:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.4.10^{-6}}{(30.10^{-2})^2} = 1,6N$$

Lực điện giữa hai điện tích q_1, q_3:

$$F_{13} = F_{31} = \frac{k|q_1.q_3|}{r^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-6}.q_3}{(30.10^{-2})^2} = 4.10^5|q_3|$$

Do $\vec{F}_{21}$ vuông góc với $\vec{F}_{31}$ nên độ lớn lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích q_1 bằng:

$$F^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 \Rightarrow 2^2 = 1,6^2 + F_{31}^2 \Rightarrow F_{13} = 1,2N$$

$$\Rightarrow \quad |q_3| = 3.10^{-6}C$$

1.13. Chọn đáp án: A. 2cm

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích:

$$F = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{9.10^9.(4.10^{-7})^2}{r^2} = 0,9 \Rightarrow r = 2cm$$

1.14. Chọn đáp án: B. $r = 0,35m$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích:

$$F = \frac{k|qq'|}{\varepsilon r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{k|qq'|}{\varepsilon F} = \frac{9.10^9.6.10^{-6}.12.10^{-6}}{2.2,6} = 12,46.10^{-2}$$

$$\Rightarrow r = 0,35m.$$

1.15. Chọn đáp án: C. $r\sqrt{2}$

Lực điện (lực Cu–lông) giữa hai điện tích lúc ban đầu:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{\varepsilon r^2} = \frac{kq^2}{\varepsilon r^2}$$

Lực điện (lực Cu–lông) giữa hai điện tích lúc sau:

$$F' = \frac{k|q'_1.q'_2|}{\varepsilon (R)^2} = \frac{kq^2}{4\varepsilon R^2} = \frac{F}{8}$$

$$\Rightarrow \quad R = r\sqrt{2}$$

1.16. Chọn đáp án: C. 2m

Lực tương tác giữa hai qua cầu:

$$F_{12} = F_{21} = ma = 10.10^{-3}.0{,}5 = 5.10^{-3}N$$

Lực điện (lực đẩy) giữa hai điện tích $q_1 = q_2 = q$:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{k|q_1.q_2|}{r^2} = \frac{9.10^9(1{,}49.10^{-6})^2}{r^2} = 5.10^{-3}N$$

$$\Rightarrow \quad r = 2m.$$

Bài 2. THUYẾT ELECTRON CỔ ĐIỂN – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Nội dung thuyết electron (thuyết điện tử)

a) Điện tích nguyên tố

Điện tích nhỏ nhất tồn tại trong tự nhiên, có trị số $e = 1{,}6.10^{-19}C$. Bất kì một vật mang điện nào cũng có điện tích bằng số nguyên lần của điện tích nguyên tố.

b) Electron

Hạt sơ cấp mang điện tích nguyên tố âm ($-e = -1{,}6.10^{-19}C$).
Khối lượng $m = 9{,}1.10^{-31}kg$

c) Nguyên tử: Tất cả các chất đều do các nguyên tử tạo thành. Mỗi nguyên tử gồm có hạt nhân mang điện dương và những electron quay quanh nhân. Bình thường nguyên tử trung hòa về điện lúc đó các điện tích dương của hạt nhân có trị số bằng giá trị tuyệt đối tổng điện tích âm của các điện tử chuyển động quanh hạt nhân.

d) Ion: Khi nguyên tử mất đi một hay nhiều electron người ta nói nó thừa điện tích dương và mang điện dương gọi là ion dương. Nguyên tử cũng có thể nhận thêm electron; khi đó nguyên tử mang điện âm và gọi là ion âm.

e) Học thuyết:

Căn cứ vào sự chuyển động của các electron để giải thích tính chất điện của các vật và các hiện tượng điện gọi là thuyết điện tử.

2. Chất dẫn điện và chất cách điện

a) *Chất dẫn điện:* Chất mà điện tích có thể di chuyển đến khắp mọi điểm trong chất đó.

Ví dụ: Kim loại, bán dẫn, than chì, các muối và bazơ nóng chảy...

b) *Chất cách điện:* Chất mà điện tích không thể di chuyển tự do.

- Ví dụ: không khí khô, thủy tinh, sứ, êbônit, cao su, ...
- Sự phân chia trên chỉ mang tính tương đối.

3. Định luật bảo toàn điện tích

Trong một hệ cô lập (kín) về điện, tổng đại số các điện tích là một hằng số.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

2.1. Hai quả cầu kim loại giống nhau, mang điện tích q_1, q_2 đặt cách nhau 50cm thì hút nhau một lực $F_1 = 0{,}108N$. Nối hai quả cầu bằng một dây dẫn, xong bỏ dây dẫn đi thì thấy hai quả cầu đẩy nhau với một lực $F_2 = 36.10^{-3}N$. Tính q_1, q_2.

Giải

$\vec{F}$ là lực hút => $q_1.q_2 < 0$

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} \Rightarrow q_1q_2 = -\frac{Fr^2}{k}$$

$$q_1q_2 = \frac{-0{,}108.0{,}5^2}{9.10^9} = -3.10^{-12} \qquad [1]$$

Điện tích hai quả cầu sau tiếp xúc:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

$$|q'_1| = \sqrt{\frac{F_2r^2}{k}} = \sqrt{\frac{36.10^{-3}.0{,}5^2}{9.10^9}} = 10^{-6}C$$

$$\Rightarrow \quad q_1 + q_2 = \pm\, 2.10^{-6} \qquad [2]$$

Từ (1) và (2) suy ra. q_1q_2 là nghiệm số của phương trình

$$X^2 + 2.10^{-6}X - 3.10^{-12} = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_1 = 10^{-6} \\ X_2 = -3.10^{-6} \end{cases} \text{hoặc} \begin{cases} X_1 = -10^{-6} \\ X_2 = 3.10^{-6} \end{cases}$$

Vậy $q_1 = 1\mu C$; $q_2 = -3\mu C$ hoặc $q_1 = -1\mu C$; $q_2 = 3\mu C$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.2. Một thanh thuỷ tinh khi cọ xát với lụa, thu được điện tích $+8.10^{-6}C$. Điện tích của miếng lụa là

A. $+4.10^{-6}C$ B. $+8.10^{-6}C$ C. $-4.10^{-6}C$ D. $-8.10^{-6}C$

2.3. Hai viên bi nhỏ bằng đồng có cùng đường kính mang điện tích $q = +5\mu C$ và $q' = -1\mu C$ được đặt trong không khí cách nhau một khoảng d = 30cm. Cho chúng chạm vào nhau rồi lại đem đặt chúng cách nhau một khoảng đúng bằng d. Xác định các lực điện F' tác dụng lên mỗi viên bi sau khi chúng chạm nhau.

A. F' = 0,4 N là lực hút B. F' = 0,4N là lực đẩy

C. F' = 5 N là lực đẩy D. F' = 0,5N là lực hút

2.4. Hai viên bi nhỏ bằng nhôm giống nhau được nhiễm điện khi đặt cách nhau r = 10cm đẩy nhau với lực $F_1 = 3,6N$. Sau khi cho hai viên bi chạm nhau rồi lại đặt chúng cách nhau như cũ thì chúng đẩy nhau với lực $F_2 = 5,625N$. Hỏi lúc ban đầu, khi chưa chạm nhau thì mỗi viên bi nhỏ mang điện tích bằng bao nhiêu?

A. Một viên thừa $2.5.10^{13}$, viên kia thiếu $6,25.10^{12}$ electron.

B. Vô lí, không thể xảy ra hiện tượng đã mô tả ở đầu bài.

C. Một viên thừa $2,5.10^{13}$ viên kia thừa $6,25.10^{12}$ electron.

D. Một viên thiếu 625.10^{9}, viên kia thừa $6,25.10^{12}$ electron

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.2. Chọn đáp án: D. $-8.10^{-6}C$

Theo định luật bảo toàn điện tích thì điện tích của miếng lụa là $-8.10^{-6}C$

2.3. Chọn đáp án: B. F' = 0,4N là lực đẩy

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc ban đầu là lực hút:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{\varepsilon d^2} = \frac{9.10^9.5.10^{-6}.10^{-6}}{(0,3)^2} = 0,5N$$

Điện tích mỗi quả cầu sau khi tiếp xúc:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{5 + (-1)}{2} = 2\mu C$$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc sau là lực đẩy:

$$F = \frac{k|q'_1q'_2|}{\varepsilon d^2} = \frac{910^9.210^{-6}.210^{-6}}{(0,3)^2} = 0,4N$$

2.4. Chọn đáp án: C. Một viên thừa $2,5.10^{13}$ viên kia thừa $6,25.10^{12}$ electron.

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc sau là lực đẩy:

$$F = 5.625 = \frac{k|q'_1q'_2|}{\varepsilon d^2} = \frac{kq_1'^2}{\varepsilon d^2} = \frac{910^9q_1'^2}{0,1^2} \Rightarrow q_1'^2 = 6,25.10^{-12}$$

nên $q'_1 = \pm 2,5.10^{-6}$

Ta có điện tích mỗi quả cầu sau khi tiếp xúc:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \pm 2,5.10^{-6}C \Rightarrow q_1 + q_2 = \pm 5.10^{-6} \quad (1)$$

Lực điện (lực Cu-lông) giữa hai điện tích lúc ban đầu là lực đẩy:

$$F = 3,6 = \frac{k|q_1q_2|}{\varepsilon d^2} = \frac{910^9|q_1q_2|}{(0,1)^2} \Rightarrow |q_1q_2| = 4.10^{-12}$$

$$\Rightarrow q_1q_2 = \pm 4.10^{-12} \quad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: q_1,q_2 là nghiệm của phương trình:

$$Q^2 \mp 5.10^{-6}Q + 4.10^{-12} = 0$$

$q_1 = \pm 4.10^{-6}C$ hay thiếu (thừa) $n = \frac{|q|}{|e|} = \frac{4.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 2,5.10^{13}$

$q_2 = \pm 1.10^{-6}C$ hay thiếu (thừa) $n = \frac{|q|}{|e|} = \frac{1.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 6,25.10^{12}$

Bài 3. ĐIỆN TRƯỜNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Khái niệm điện trường

Điện trường là môi trường vật chất tồn tại xung quanh vật mang điện và tác dụng lực điện lên điện tích khác đặt trong nó.

2. Cường độ điện trường

a) *Định nghĩa:* Cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực được đo bằng thương số của lực $\vec{F}$ tác dụng lên điện tích thử dương đặt tại điểm đó với độ lớn của điện tích đó:

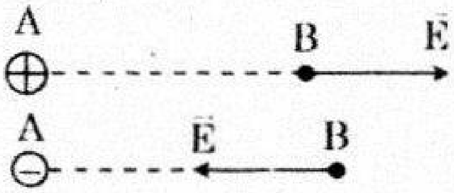
$$E = \frac{F}{q}$$

[F]: N; [q]: (C); [E] = V/m

Vì lực là đại lượng véctơ nên cường độ điện trường cũng là đại lượng vectơ:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Leftrightarrow \vec{F} = q.\vec{E}$$

b) *Cường độ điện trường gây bởi một điện tích điểm Q trong môi trường có hệ số điện môi ε:*



- Vectơ cường độ điện trường tại điểm B do điện tích Q đặt tại A gây ra có:

  + Điểm đặt: Tại điểm đang xét B

  + Phương: Là đường nối điện tích A và điểm ta xét B

  + Chiều: – Hướng ra xa Q nếu Q > 0

  – Hướng về phía Q nếu Q < 0

  + Độ lớn: $E_{AB} = \dfrac{k|Q|}{\varepsilon.AB^2}$

Tổng quát: $E = \dfrac{kQ}{\varepsilon r^2}$

- ***Chú ý:*** Kết quả (3) đúng cho cả vật hình cầu tích điện phân bố đều khi xét bên ngoài hình cầu.

c) *Nguyên lý chồng chất điện trường*

Trường hợp có nhiều điện tích điểm $Q_1, Q_2, ..., Q_n$ thì tại điểm ta đang xét, chúng gây ra các điện trường có cường độ tương ứng là $\vec{E}_1, \vec{E}_2, ..., \vec{E}_n$. Cường độ điện trường tổng hợp tại điểm ta xét

$$\boxed{\vec{E} = \sum_{1}^{n}\vec{E}_i = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + ... + \vec{E}_n}$$

II. BÀI TẬP MẪU

3.1. Cho hai tấm kim loại song song, nằm ngang, nhiễm điện trái dấu. Khoảng không gian giữa hai tấm kim loại có một giọt dầu khối lượng m = 0,10g mang điện tích q nằm lơ lửng trong không khí. Điện trường giữa hai tấm kim loại là điện trường đều có hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới, có cường độ $2,0.10^4$V/m. Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Giọt dầu chịu tác dụng của hai lực: $\vec{P}$; $\vec{F}$

Trọng lực: $P = mg = 0,10.10^{-3}.10 = 1,0.10^{-3}N$

Lực điện F: $F = |q|E$

Giọt dầu cân bằng nên $\vec{P}$ ngược hướng với $\vec{F}$ và P = F

$\Rightarrow \quad 1,0.10^{-3} = |q|E = |q|.2,0.10^4 \rightarrow |q| = 5.10^{-8}C$

Do cường độ điện trường hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới nên: $\quad q = -5.10^{-8}C$

3.2. Cho hai điểm A và B nằm trong điện trường đều có cường độ điện trường $E = 8.10^3$(V/m). Tại điểm A người ta đặt điện tích $q = 10^{-8}$C. Tìm cường độ điện trường tại B. Cho AB = 10cm và $(\vec{AB}, \vec{E}) = 60^0$.

Giải

Cường độ điện trường E_1 của điện tích điểm q tại vị trí B:

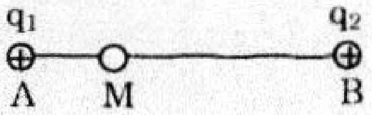
$$E_1 = \frac{kq}{\varepsilon r^2} = \frac{9.10^9.10^{-8}}{0,1^2} = 9000V/m$$

Cường độ điện trường tổng hợp tại vị trí B:

$$E' = \sqrt{E_1^2 + E^2 + 2E_1.E\cos 60^0}$$

$$E' = \sqrt{9000^2 + 8000^2 + 2.9000.8000.0,5} \approx 14731V/m$$

3.3. Hai điện tích điểm $q_1 = 4.10^{-8}C$; $q_2 = \frac{4}{3}q_1$, lần lượt đặt tại hai điểm cố định A, B trong không khí (AB = 50cm)



a) Xác định vectơ cường độ điện trường tại C. Biết CA = 30cm; CB = 40cm.

b) Xác định vị trí một điểm M trên đoạn AB để cho khi đặt tại M điện tích điểm q_3 có giá trị thích hợp thì cường độ điện trường tổng hợp tại C bằng 0. Tính giá trị q_3

Giải

a) $$CA^2 + CB^2 = 0{,}3^2 + 0{,}4^2 = 0{,}5^2 = OB^2$$

$$\Rightarrow \quad CA \perp CB$$

Cường độ điện trường của q_1 tại C hướng như hình vẽ. Độ lớn:

$$E_1 = \frac{Kq_1}{AC^2} = \frac{9.10^9.4.10^{-8}}{0{,}3^2} = 4.10^3 V/m$$

Cường độ điện trường của q_2 tại C hướng như hình vẽ. Độ lớn:

$$E_2 = \frac{Kq_2}{BC^2} = \frac{9.10^9.\frac{4}{3}.4.10^{-8}}{0{,}4^2} = 3.10^3 V/m$$

Cường độ điện trường tổng hợp: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

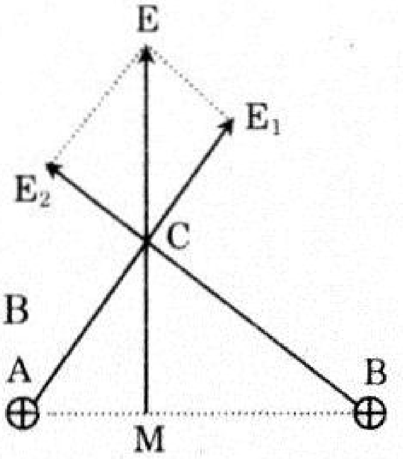
$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{4.10^3 + 3.10^3} = 5.10^3 V/m$$

b) $$\tan\alpha = \frac{E_1}{E_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

$$\tan\beta = \tan\widehat{ABC} = \frac{AC}{BC} = \frac{30}{40} = 0{,}75$$

$$\tan\alpha.\tan\beta = 1 \Rightarrow \alpha + \beta = 90^\circ$$

$\Rightarrow$ M là chân đường cao trong tam giác ACB



$$CM = \frac{AC.BC}{AB} = \frac{30.40}{50} = 24 \text{ cm}$$

$$E_3 = \frac{k|q_3|}{CM^2} = E$$

$$\Rightarrow \quad q_3 = -\frac{E.CM^2}{k} = -5000\frac{(24.10^{-2})^2}{9.10^9} = -3{,}2.10^{-8} C$$

34. Cho hai điểm A và B cùng nằm trên một đường sức của điện trường do một điện tích điểm q gây ra. Biết độ lớn của cường độ điện trường tại A là 36V/m, tại B là 9V/m. Tính độ lớn của cường độ điện trường tại trung điểm M của AB.

Giải

Cường độ điện trường E_1 của điện tích điểm q tại vị trí A:

$$E_1 = \frac{kq}{\varepsilon d_1^2} \qquad (1)$$

Cường độ điện trường E_2 của điện tích điểm q tại vị trí B:

$$E_2 = \frac{kq}{\varepsilon d_2^2} \qquad (2)$$

Cường độ điện trường E_3 của điện tích điểm q tại vị trí M:

$$E_3 = \frac{kq}{\varepsilon d_3^2} \qquad (3)$$

Từ (1) và (2), suy ra:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} \Rightarrow d_2 = 2d_1$$

Mà: $2d_3 = d_1 + d_2 \Rightarrow d_3 = 1,5d_1$

Từ (1) và (3), suy ra:

$$\frac{E_3}{E_1} = \frac{d_1^2}{d_3^2} \Rightarrow \frac{E_3}{36} = \frac{d_1^2}{(1,5d_1)^2} = \frac{1}{2,25}$$

$\Rightarrow \quad E_3 = 16V/m$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.5. Một hạt bụi kim loại mang điện tích âm có khối lượng $m = 10^{-8}$g, nằm cân bằng trong khoảng giữa hai bản kim loại đặt song song cách nhau 10cm và có hiệu điện thế U = 100V. Xác định vectơ cường độ điện trường E ở khoảng giữa hai bản kim loại và điện tích q của hạt bụi đó. Lấy $g = 10m/s^2$.

A. E ngược hướng với P = m.g; điện tích $q = 10^{-10}$C.

C. Không xác định được phương các tấm kim loại nên không xác định được phương của E; điện tích $q = -10^{-9}$C

C. E hướng thẳng đứng xuống; E = 1000V/m; $q = 10^{-13}$C.

D. E vuông góc với các bản kim loại, hướng về bản nhiễm điện dương, độ lớn E = 10V/m; điện tích $q = -10^{-8}$C

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.5. Chọn đáp án:

C. E hướng thẳng đứng xuống; E = 1000V/m; $q = 10^{-13}$C.

Hạt bụi chịu tác dụng của hai lực:

* Trọng lực: $\vec{P} = m\vec{g}$

* Lực tĩnh điện: $\vec{F} = -|q|\vec{E}$ với $E = \frac{U}{d} = \frac{100}{0,1} = 1000V/m$

Điều kiện cân bằng: $\vec{P} + \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{P} - |q|\vec{E} = 0 \Rightarrow \vec{E} \uparrow\uparrow \vec{g}$

$$mg = |q|E \Rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{10^{-11}.10}{1000} = 10^{-13}C$$

Bài 4. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG
HIỆU ĐIỆN THẾ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Đường sức của điện trường

a) *Định nghĩa*: Đường sức của điện trường là đường mà tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm trùng với phương của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.

b) *Tính chất của đường sức điện trường:*

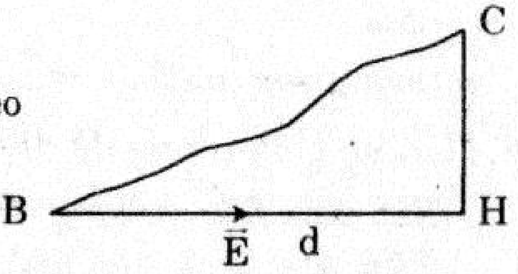
- Qua mỗi điểm chỉ có thể vẽ được một đường sức điện trường.
- Các đường sức là những đường không cắt nhau.
- Chiều của đường sức điện là chiều đi ra khỏi các điện tích dương và đi đến các điện tích âm hoặc vô cực.
- Ta qui ước độ mau hay thưa của đường sức sẽ biểu thị cường độ của điện trường: nơi nào điện trường mạnh thì đường sức mau, nơi nào điện trường yếu thì đường sức thưa, nơi nào điện trường đều đường sức song song cách đều nhau $\vec{E}$ = const.

2. Công của lực điện trường

a) Xét một điện tích điểm dương $q > 0$, chuyển động trong một điện trường đều có véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$. Công của lực điện trường $\vec{F} = q.\vec{E}$ khi điện tích chuyển động từ điểm B đến điểm C.

$$A_{BC} = qE.BD = qE\ d$$

(d là hình chiếu của đường đi theo hướng của một đường sức bất kì)



b) *Kết luận*: Công của lực điện thực hiện khi điện tích chuyển động từ điểm này đến điểm khác tỉ lệ với độ lớn điện tích với cường độ điện trường, không phụ thuộc vào hình dạng đường đi, mà chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và vị trí cuối

c) *Chú ý*: Công thức $A = q.E.d$ đúng cho cả điện tích âm và d giá trị đại số. $(E > 0)$

3. Hiệu điện thế

a) Định nghĩa: Hiệu điện thế U giữa hai điểm trong điện trường là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường giữa hai điểm đó và được đo bằng thương số của công của lực điện trường làm di chuyển một điện tích dương từ điểm nọ đến điểm kia và độ lớn của điện tích đó.

$$U = \frac{A}{q}$$

➢ ***Chú ý*:**

- Điện thế và hiệu điện thế là đại lượng vô hướng. Giá trị điện thế tùy thuộc việc chọn mốc điện thế. Chỉ có hiệu điện thế mới có giá trị xác định. Trong thực tế, thường lấy $V_{đất} = 0$, trong lý thuyết $V_{\infty} = 0$
- Sự chồng chất điện thế: $V = \sum_{i=1}^{n} V_i$
- Đơn vị điện thế và hiệu điện thế:

  Trong hệ SI là vôn, ký hiệu: (V).
- *Đo hiệu điện thế*: Dùng tĩnh điện kế.

4. Tính chất thế của điện trường tĩnh

- Điện trường tĩnh là một điện trường mà công khi di chuyển điện tích trên một đường cong kín bằng không
- Mặt đẳng thế: là mặt mà điện thế của các điểm trên mặt là bằng nhau.
- Đường sức của điện trường vuông góc với mặt đẳng thế.

5. Liên hệ giữa cường độ điện trường đều và hiệu điện thế

- Xét một điện trường đều có véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$, lực điện làm di chuyển một điện tích điểm $q_0 > 0$ dọc theo đường sức một đoạn d giữa hai điểm B và C.
- Liên hệ giữa cường độ điện trường E và hiệu điện thế U: $U_{BC} = E.d$

  Với d: khoảng cách giữa hai điểm trên một đường sức điện trường đều.
- Véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ hướng từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp.
- Tổng quát: $E = \frac{U}{d}$

II. BÀI TẬP MẪU

4.1. Ba đỉnh A, B, C là ba đỉnh của một tam giác vuông trong điện trường đều, cường độ E = 6000V/m. Đường sức điện trường cùng hướng với $\vec{AC}$. Biết AC = 6cm, CB = 10cm, góc $\widehat{A} = 90^0$.

a) Tính hiệu điện thế giữa các điểm A và B, B và C, C và A.

b) Tính công dịch chuyển một điện tử từ A đến C.

Giải

Do AB vuông góc với cường độ điện trường $\vec{E}$ nên hiệu điện thế:

$$U_{AB} = 0$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A và C:

$$U_{AC} = E(AC) = 6000.0,06 = 360V$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C và A:

$$U_{CA} = -U_{AC} = -360V$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm B và C:

$$U_{BC} = U_{BA} + U_{AC} = 360V$$

Công của lực điện trường thực hiện khi dịch chuyển electron từ A đến C theo cạnh AC:

$$A_c = q\vec{E}.\vec{AC} = -eE(AC).\cos 0^0 = -eU_{AC}$$

$$\Rightarrow \quad A_c = -1,6.10^{-19}.360 = -5,76.10^{-17}J$$

4.2. Một electron bay với vận tốc v = $1,2.10^7$m/s từ một điểm có điện thế $\varphi_1 = 600V$, theo hướng của các đường sức. Xác định điện thế φ_2 của điểm mà ở đó electron dừng lại.

Giải

Định lí động năng:

$$0 - \frac{1}{2}mv^2 = qU_{12} = -|e|U_{12}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}.9,1.10^{-31}(1,2.10^7)^2 = 1,6.\ 10^{-19}.U_{12}$$

$$\Rightarrow \quad U_{12} = 4,1.10^2V = 410V$$

Điện thế φ_2 của điểm mà ở đó electron dừng lại.

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 - U_{12} = 600 - 410 = 190V$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Khi một electron chuyển động ngược hướng với điện trường:

A. Thế năng tăng, điện thế tăng.

B. Thế năng giảm, điện thế giảm.

C. Thế năng giảm, điện thế tăng.

D. Thế năng của nó tăng, điện thế của nó giảm.

4.4. Một hạt nhân nguyên tử hêli (hạt α) được gia tốc đến vận tốc v trong một máy gia tốc bởi hiệu điện thế 1200V. Cần đặt vào hai đầu hiệu điện thế bao nhiêu để phân tử α có vận tốc gấp đôi?

A. 7200V B. 4800V C. 4100V D. 2400V

4.5. Khi một điện tích q = +6mC di chuyển từ M đến N trong điện trường đều thì lực điện trường thực hiện một công A = 3J. Xác định hiệu điện thế giữa hai điểm M và N.

A. $U_{MN} = -500V$ B. $U_{MN} = -18.10^{-3}V$

C. $U_{MN} = 500V$ D. $U_{MN} = 0,5V$

4.6. Giữa hai điểm M, N có hiệu điện thế bằng bao nhiêu nếu một điện tích q = –0,2μC thu được năng lượng $W = 2.10^{-6}J$ khi đi từ M đến N.

A. $U_{MN} = 10V$ B. $U_{MN} = -1,0.10^{-5}V$

C. $U_{MN} = 0,4.10^{-6}V$ D. $U_{MN} = -10V$

4.7. Một điện tích $q = 10^{-8}C$ dịch chuyển dọc theo các cạnh của một tam giác đều ABC cạnh a = 20cm đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ cùng hướng với $\overrightarrow{BC}$ và E = 3000V/m. Hiệu điện thế giữa hai điểm B và A bằng:

A. $U_{BA} = 600V$ B. $U_{BA} = 30000V$

C. $U_{BA} = 300V$ D. $U_{BA} = -300V$

4.8. Một electron chuyển động ngược chiều đường sức điện trường đều của một tụ điện phẳng, hai bản cách nhau một khoảng d = 1cm và giữa chúng có hiệu điện thế U = 200V. Tính hiệu điện thế giữa hai điểm khi electron dịch chuyển được một quãng đường s = 0,5cm.

A. 100V B. –100V C. 400V D. –400V

4.9. Một hạt mang điện tích q bay từ M đến N có hiệu điện thế là $U_{MN} = 200V$. Khi đó do lực điện thực hiện công 1mJ. Điện tích q bằng:

A. $5.10^{-3}C$ B. $2.10^{-5}C$ C. $5.10^{-6}C$ D. $5.10^{-4}C$

4.10. Một hạt mang điện tích q bay từ M tới N. Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N là $U_{MN} = -1000V$. Công do lực điện thực hiện khi đó là $-1,6.10^{-16}J$ Điện tích q bằng:

A. $1,6.10^{-13}$C　　　　B. $-1,6.10^{-13}$C

C. $1,6.10^{-19}$C　　　　D. $-1,6.10^{-19}$C

4.11. Một hạt bụi kim loại mang điện tích âm có khối lượng $m = 10^{-8}$g, nằm cân bằng trong khoảng giữa hai bản kim loại đặt song song cách nhau 10cm và có hiệu điện thế $U = 100$V. Xác định vectơ cường độ điện trường E ở khoảng giữa hai bản kim loại và điện tích q của hạt bụi đó. Lấy $g = 10$m/s^2

A. E ngược hướng với $P = m.g$; điện tích $q = 10^{-10}$C.

C. Không xác định được phương các tấm kim loại nên không xác định được phương của E; điện tích $q = -10^{-9}$C

C. E hướng thẳng đứng xuống; $E = 1000$V/m; $q = 10^{-13}$C.

D. E vuông góc với các bản kim loại, hướng về bản nhiễm điện dương, độ lớn $E = 10$V/m; điện tích $q = -10^{-8}$C

4.12. Một giọt dầu có khối lượng $m = 320$g mang điện tích dương q chuyển động thẳng đều trong điện trường đều ở giữa hai tấm kim loại phẳng nằm ngang cách nhau một khoảng $d = 40$cm và được nối với hai cực nguồn điện có hiệu điện thế $U = 4$kV. Xác định chiều của vectơ cường độ điện trường E và số electron bị mất của giọt dầu. Lấy $g = 10$m/s^2.

A. $\vec{E}$ theo chiều chuyển động của giọt dầu; $n = 2.10^{13}$ electron

B. $\vec{E}$ ngược chiều chuyển động của giọt dầu; $n = 2.10^{11}$ electron

C. $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống; mất $n = 2.10^{16}$ electron

D. $\vec{E}$ hướng thẳng đứng lên; mất $n = 2.10^{15}$ electron

4.13. Một hạt mang điện tích nguyên tố $q = +e$ có khối lượng $m = 1,67.10^{-27}$kg chuyển động từ điểm M với vận tốc $v_M = 0$ tới điểm N cách M một khoảng $d = 10$cm dọc theo đường sức của điện trường đều có $E = 50$V/m. Xác định vận tốc của hạt đó tại điểm N.

A. Vận tốc $v_N = 1,3.10^6$m/s　　　　B. Vận tốc $v_N = 9,6.10^8$m/s

C. Vận tốc $v_N = 3,1.10^4$m/s　　　　D. Vận tốc $v_N = 3,1.10^5$m/s

4.14. Giả thiết rằng một tia sét có một điện tích $q = 25$C được phóng từ đám mây dông xuống mặt đất và khi đó hiệu điện thế giữa đám mây và mặt đất $U = 1,4.10^8$V. Năng lượng tia sét có thể làm bao nhiêu kg nước ở 100°C bốc thành hơi ở 100°C? Cho biết nhiệt hóa hơi của nước bằng $2,3.10^6$J/kg.

A. 0,66 kg　　B. 760kg　　C. 1520kg　　D. 2,43kg

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Chọn đáp án: C. Thế năng giảm, điện thế tăng.

4.4. Chọn đáp án: B. 4800V

Định lí động năng:

$$0 - \frac{1}{2}mv^2 = qU_{12} = -|e|\ U_{12}$$

Theo công thức trên để vận tốc tăng gấp đôi thì điện thế phải tăng gấp 4 lần.

4.5. Chọn đáp án: C. $U_{MN} = 500V$

Công do lực điện trường thực hiện khi đó bằng:

$$A_{MN} = qU_{MN} \Rightarrow 3 = 6.10^{-3}.U_{MN}$$

$$\Rightarrow \quad U_{MN} = 500V$$

4.6. Chọn đáp án: D. $U_{MN} = -10V$

Công do lực điện trường thực hiện khi đó bằng:

$$A_{MN} = qU_{MN} \Rightarrow 2.10^{-6} = -0,2.10^{-6}.U_{MN}$$

$$\Rightarrow \quad U_{MN} = -10V$$

4.7. Chọn đáp án: C. $U_{BA} = 300V$

$$U_{BA} = E.BA.\cos60^\circ = E.BIII.2 = E.a/2$$

$$= 3000.0,20/2 = 300V$$

4.8. Chọn đáp án: B. – 100V

Cường độ điện trường đều: $E = \frac{U}{d} = \frac{200}{0,01} = 20000V/m$

Electron di chuyển ngược chiều đường sức điện trường, nghĩa là đi từ nơi có điện thế thấp đến nơi có điện thế cao. Hiệu điện thế cần tìm:

$$U' = -Es = -20000.0,5.10^{-2} = -100V$$

4.9. Chọn đáp án: C. $5.10^{-6}C$

Công do lực điện trường thực hiện khi đó bằng:

$$q = \frac{A}{U_{MN}} = \frac{1.10^{-3}}{200} = 5.10^{-6}C$$

4.10. Chọn đáp án: C. $1,6.10^{-19}C$

Công do lực điện trường thực hiện khi đó bằng:

$$q = \frac{A}{U_{MN}} = \frac{-1,6.10^{-16}}{-1000} = 1,6.10^{-19}C$$

4.11. Chọn đáp án:

C. E hướng thẳng đứng xuống; $E = 1000V/m$; $q = 10^{-13}C$.

Hạt bụi chịu tác dụng của hai lực:

* Trọng lực: $\vec{P} = m\vec{g}$

* Lực tĩnh điện: $F = |q|E$ với $E = \frac{U}{d} = \frac{100}{0,1} = 1000V/m$

Điều kiện cân bằng: $\vec{P} + \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{P} - |q|\vec{E} = 0 \Rightarrow \vec{E} \uparrow\uparrow \vec{g}$

$$mg = |q|E \Rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{10^{-11}.10}{1000} = 10^{-13}C$$

4.12. Chọn đáp án:

D. $\vec{E}$ hướng thẳng đứng lên; mất $n = 2.10^{15}$ electron

Giọt dầu chịu tác dụng của hai lực:

* Trọng lực: $\vec{P} = m\vec{g}$

* Lực tĩnh điện: $\vec{F} = q\vec{E}$ với $E = \frac{U}{d} = \frac{4000}{0,4} = 10000V/m$

Điều kiện cân bằng: $\vec{P} + \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{P} + q\vec{E} = 0 \Rightarrow \vec{E} \uparrow\downarrow \vec{g}$

$$mg = qE \Rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{0,32.10}{10000} = 3,210^{-4}C$$

Số electron bị mất của giọt dầu:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{3,2.10^{-4}}{1,6.10^{-19}} = 2.10^{15}$$

Vậy $\vec{E}$ hướng thẳng đứng lên; giọt dầu mất $n = 2.10^{15}$ electron

4.13. Chọn đáp án:

C. Vận tốc $v_N = 3,1.10^4 m/s$

Hiệu điện thế giữa hai điểm MN:

$$U_{NM} = Ed = 50.0,10 = 5,0V$$

Định lí động năng: $\frac{1}{2}mv^2 - 0 = A = qU_{NM}$

$$v = \sqrt{\frac{2.q.U_{NM}}{m}} = \sqrt{\frac{2.1,6.10.10^{-19}.5,0}{1,67.10^{-27}}} = 3,1.10^4 m/s$$

Vận tốc prôton cần tìm là $3,1.10^4 m/s$.

4.14. Chọn đáp án: C. 1520kg

Năng lượng của tia sét bằng công của lực điện trường: $W = A = qU$

$\Rightarrow \quad W = 25.1,4.10^8 = 3,5.10^9 J$

Tính khối lượng nước bốc hơi: $m = \frac{W}{L} = \frac{3,5.10^9}{2,3.10^6} = 1,52.10^3 kg$

Bài 5. VẬT DẪN VÀ ĐIỆN MÔI TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Vật dẫn trong điện trường

a) *Trạng thái cân bằng điện*:

- Ở mỗi điểm bên trong vật dẫn cường độ điện trường $\vec{E} = 0$.
- Cường độ điện trường $\vec{E}$ tại mọi điểm trên mặt vật dẫn tích điện, vuông góc với mặt vật dẫn (nếu $\vec{E} \neq 0$).

b) *Điện thế của vật dẫn tích điện*:

* Điện thế trên mặt ngoài vật dẫn:

Điện thế tại mọi điểm trên mặt ngoài vật dẫn có giá trị bằng nhau.

* Điện thế bên trong vật dẫn:

Điện thế tại mọi điểm bên trong vật dẫn phải bằng nhau và bằng điện thế trên mặt ngoài của vật dẫn. Vì vậy vật dẫn là ***vật đẳng thế***.

c) *Sự phân bố điện tích ở vật dẫn tích điện*:

* Nếu một vật dẫn nhiễm điện thì điện tích chỉ phân bố trên mặt ngoài của vật.

* Điện tích tập trung nhiều ở những chỗ lồi nhất của vật dẫn..

* Ở những chỗ lõm của vật dẫn hầu như không tích điện.

d) *Vật dẫn trong điện trường:*

Các tính chất trên còn đúng cho cả vật dẫn đặt trong điện trường, cả vật rỗng nếu trong phần rỗng không có điện tích.

Người ta ứng dụng: làm màn chắn tĩnh điện, cột chống sét.

2. Điện môi trong điện trường

Điện môi bị phân cực nghĩa là xét toàn bộ điện môi vẫn trung hòa điện, nhưng ở hai mặt điện môi vuông góc với cường độ điện trường $\vec{E}'$, một mặt sẽ mang điện dương và một mặt mang điện âm chính sự phân cực tạo nên cường độ điện trường $\vec{E}$ ngược hướng với cường độ điện trường $\vec{E}'$ làm cho điện trường bên trong chất điện môi giảm đi ε lần.

II. BÀI TẬP MẪU

– Đặt một quả cầu rỗng A lại gần một vật nhiễm điện dương B quả cầu

5.1. Muốn điện trường bên ngoài quả cầu rỗng ở bài trên bằng không thì cần phải làm gì?

Giải

Muốn điện trường bên ngoài quả cầu rỗng bằng không thì phải nối đất cho quả cầu rỗng.

5.2. Hai quả cầu kim loại có bán kính khác nhau tích điện q_1, q_2. Khi cho hai quả cầu tiếp xúc nhau, điện tích sẽ truyền đi như thế nào: Từ quả cầu nào sang quả cầu nào?

Giải

Tùy thuộc vào điện thế của mỗi quả cầu. Sự truyền điện tích từ quả cầu này sang quả cầu khác hoàn toàn không phải do điện tích quả cầu nào lớn hơn hay bán kính quả cầu nào lớn hơn quyết định. Ta có các trường hợp sau:

a) Điện thế $V_A > V_B$: Dù bán kính hay điện tích của quả cầu A có nhỏ hơn hay lớn hơn quả cầu B thì điện tích vẫn truyền từ A sang B, khi đó A mất bớt điện tích, còn B nhận thêm điện tích.

b) Ngược lại, nếu điện thế $V_A < V_B$ thì B mất bớt điện tích, còn A nhận thêm điện tích.

c) Nếu điện thế hai quả cầu bằng nhau ($V_A = V_B$) thì không có sự trao đổi điện tích, điện tích của hai quả cầu không thay đổi.

5.3. Đặt một tấm kim loại có điện tích đủ lớn tích điện dương trong không khí. Người ta chứng minh được điện trường ở hai bên tấm kim loại là điện trường đều, hướng ra xa tấm kim loại. Nếu đặt thêm một tấm kim loại như vậy nữa nhưng tích điện âm, song song với tấm thứ nhất (để được một tụ điện) thì điện trường của hệ sẽ thế nào?

Giải

Điện trường chỉ tập trung trong khoảng không gian giữa hai tấm kim loại. Nếu hai tấm kim loại đủ rộng, điện trường đó là đều có hướng từ bản dương sang bản âm. Bên trên và bên dưới hai bản (đặt nằm ngang) điện trường triệt tiêu.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.4. Kết luận nào dưới đây là đúng.

A. Điện thế chỉ phân bố ở mặt ngoài của mỗi vật dẫn nhiễm điện.

B. Các hạt mang điện tích tự do ở trong vật dẫn chuyển động thành dòng theo chiều đường sức của điện trường.

C. Cường độ điện trường ở bên trong mọi vật dẫn luôn bằng 0.

D. Tổng điện tích có ở mọi vật dẫn đều bằng không.

5.5. Kết luận nào dưới đây là đúng.

Một quả cầu đồng, đặc được nhiễm điện thì điện tích của quả cầu:

A. chỉ phân bố ở mặt ngoài của quả cầu.

B. chỉ phân bố ở mặt trong của quả cầu.

C. phân bố ở mặt trong và mặt ngoài của quả cầu.

D. phân bố ở mặt trong nếu quả cầu nhiễm điện âm, phân bố ở mặt ngoài nếu quả cầu nhiễm điện dương.

5.6. Phát biểu nào dưới đây là đúng.

A. Một quả cầu kim loại nhiễm điện âm thì điện thế ở một điểm trên mặt quả cầu nhỏ hơn điện thế ở tâm quả cầu.

B. Điện tích ở mặt ngoài của quả cầu kim loại nhiễm điện được phân bố như nhau ở mọi điểm.

C. Một quả cầu bằng nhôm nhiễm điện dương thì cường độ điện trường tại điểm bất kì bên trong quả cầu có chiều hướng về tâm quả cầu.

D. Cường độ điện trường tại một điểm bên ngoài vật nhiễm điện có phương vuông góc với mặt vật đó.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.4. Chọn đáp án: C. Cường độ điện trường ở bên trong mọi vật dẫn luôn bằng 0.

5.5. Chọn đáp án: A. chỉ phân bố ở mặt ngoài của quả cầu.

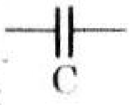
5.6. Chọn đáp án: B. Điện tích ở mặt ngoài của quả cầu kim loại nhiễm điện được phân bố như nhau ở mọi điểm.

Bài 6. TỤ ĐIỆN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Tụ điện

a) *Định nghĩa*: Hệ gồm hai vật dẫn đặt rất gần nhau và cách điện với nhau

- Hai vật dẫn gọi là hai bản cực của tụ điện
- Ký hiệu tụ điện: 

b) *Điện tích của tụ điện*:

Điện tích của hai bản: bằng nhau về độ lớn nhưng trái dấu

* Qui ước: điện tích trên bản tích điện dương là điện tích của tụ điện.

2. Điện dung của tụ điện

a) *Định nghĩa*: Đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện và được đo bằng thương số giữa điện tích q của tụ điện và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện.

$$C = \frac{q}{U}$$

b) *Đơn vị của điện dung*: (Hệ SI)

- Fara là điện dung của một tụ điện có điện tích 1 Cu-lông khi hiệu điện thế giữa hai bản là 1 vôn.
- Ước của Fara:

  $1\mu F = 10^{-6}F$; $1nF = 10^{-9}F$; $1pF = 10^{-12}F$

c) *Điện dung của tụ điện phẳng*:

Công thức (SI): $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

Với: $k = 9.10^9$(SI); $4\mu k = 1 : \varepsilon_0$

3. Ghép các tụ điện

a) *Ghép song song*:

- Trong cách ghép này các tụ điện sẽ được mắc vào cùng một hiệu điện thế U.
- Gọi $C_1, C_2, \ldots, C_n$ là điện dung của các tụ điện.
- Điện tích của các tụ lần lượt là:

  $Q_1 = C_1.U$; $Q_2 = C_2.U$; $Q_n = C_n.U$
- Điện tích của toàn bộ tụ điện.

  $Q_b = Q_1 + Q_2 \ldots + Q_n = U(C_1 + C_2 \ldots + C_n)$

- Điện dung tương đương của bộ tụ điện:

$$C_b = \sum_{i=1}^{n} C_i = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots + C_n$$

- Cách ghép song song cho phép tạo ra bộ tụ điện có $C_b > C_i$
- Nếu các tụ điện có hiệu điện thế giới hạn khác nhau thì hiệu điện thế tối đa đặt vào bộ bằng hiệu điện thế giới hạn nhỏ nhất.
- $U = U_1 = U_2 = \ldots = U_n \Leftrightarrow \dfrac{Q_1}{C_1} = \dfrac{Q_2}{C_2} \ldots$ (Phân bố điện tích).
- Nếu $C_1 = C_2 = C_3 = \ldots = C \Rightarrow C_b = n.C$

b) *Ghép nối tiếp*:

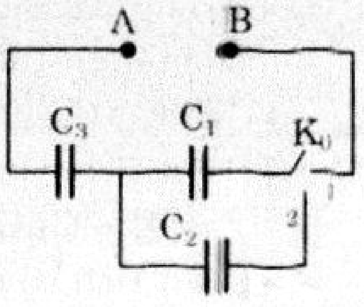
- Trong các tụ $C_1, C_2, \ldots, C_n$ được mắc như hình vẽ. Bản thứ hai của tụ C_1 nối với bản thứ nhất của tụ C_2, bản thứ hai của tụ điện C_2 nối với bản thứ nhất của tụ điện C_3 … . Bản thứ nhất của tụ điện C_1 với bản thứ hai của tụ điện cuối cùng mắc vào nguồn không đổi.
- Nếu *trước khi ghép vào nhau các tụ điện* chưa tích điện thì theo định luật bảo toàn điện tích, suy ra $Q_1 = Q_2 = Q_3 = \ldots = Q$
- Hiệu điện thế trên các tụ điện lần lượt:

  $U_1 = Q/C_1$; $U_2 = Q/C_2$; …; $U_n = Q/C_n$
- Hiệu điện thế hai đầu bộ tụ điện: $U = U_1 + U_2 + \ldots + U_n$
- Điện dung tương đương của bộ tụ điện: $\dfrac{1}{C_b} = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{C_i}$
- $C_b < C_i$. Cách ghép này khi cần có một bộ tụ chịu được hiệu điện thế $U_b > U_i$
- $Q = Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_n \Leftrightarrow U_1C_1 = U_2C_2 = \ldots$ (Phân bố điện thế)
- $C_1 = C_2 = C_n = \ldots = C \Rightarrow C_b = \dfrac{C}{n}$

II. BÀI TẬP MẪU

6.1. Cho 3 tụ điện $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 5\mu F$, $C_3 = 3\mu F$ mắc như sơ đồ. Cho $U_{AB} = 120V$. Lúc đầu các tụ chưa tích điện và khóa K ở vị trí 0.

Tính điện tích và hiệu điện thế của các tụ điện khi khóa K ở vị trí 1, rồi sau đó chuyển sang vị trí 2.



Giải

- K = 1 ⇒ C_3 nối tiếp C_1

$$\Rightarrow \quad C_{31} = \frac{C_3C_1}{C_3 + C_1} = \frac{3.1}{3+1} = 0.75\ \mu F$$

$$q_1 = q_3 = C_{32}.U_{AB} = 0.75.120 = 90\ \mu C$$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{90}{1} = 90V$$

$$U_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{90}{3} = 30V$$

- K = 1 ⇒ $C_1 // C_2 \to C_{12} = C_1 + C_2 = 6\ \mu F$

$$q'_b = q'_1 + q'_2 = q_1 = 90\ \mu C$$

$$U_1 = U_2 = U' = \frac{q'_b}{C_{12}} = \frac{90}{6} = 15V$$

$$Q'_1 = C_1\ U_1 = 15\ \mu C;\ q'_2 = C_2\ U_2 = 75\ \mu C$$

6.2. Một tụ điện có điện dung $C_1 = 3\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 300V$, một tụ điện khác có điện dung $C_2 = 2\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_2 = 200V$. Sau khi đã tích điện người ta mắc hai tụ điện trên song song nhau. Tính hiệu điện thế và điện tích trên các tụ điện sau khi nối.

Giải

Điện tích của tụ điện C_1 lúc đầu ($U_1 = 300V$)

$$q_1 = C_1U_1 = 900\ \mu C$$

Điện tích của tụ điện C_2 lúc đầu ($U_1 = 300V$)

$$q_2 = C_2U_2 = 400\ \mu C$$

- Xét khi nối các bản cùng dấu của tụ điện với nhau:

$$q'_b = q'_1 + q'_2 = q_1 + q_2 = 1300\ \mu C$$

$$U'_b = \frac{q'_1}{C_1} = \frac{q'_2}{C_2} = \frac{q'_1 + q'_2}{C_1 + C_2} = \frac{q'_b}{C_1 + C_2} = \frac{1300.3}{3+2} = 780\ \mu C$$

$$q'_2 = \frac{q'_bC_2}{C_1 + C_2} = 520\ \mu C$$

$$U_b = \frac{780}{3} = 260\ V$$

- Xét khi nối các bản trái dấu của tụ điện với nhau:

$$q''_b = q''_1 + q''_2 = q_1 - q_2 = 500\ \mu C$$

$$U''_b = \frac{q''_1}{C_1} = \frac{q''_2}{C_2} = \frac{q''_1 + q''_2}{C_1 + C_2} = \frac{q''_b}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow \quad q''_1 = \frac{q''_b.C_1}{C_1 + C_2} = 300\ \mu C$$

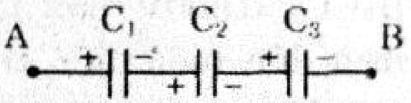
$$\Rightarrow \quad q''_2 = \frac{q''_b.C_2}{C_1 + C_2} = 200\ \mu C$$

$$\Rightarrow \quad U''_{b'} = \frac{300}{3} = 100\ V$$

6.3. Tích điện cho 3 tụ điện $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 3\mu F$, $C_3 = 6\mu F$ dưới cùng một hiệu điện thế 90V. Sau đó ngắt các tụ điện ra khỏi nguồn rồi nối với nhau thành mạch kín sao cho bản âm của tụ C_1 được nối với bản dương của tụ C_2 bản âm của tụ C_2 nối với bản dương của tụ C_3; bản âm của tụ C_3 với bản dương tụ C_1. Tính hiệu điện thế giữa hai bản của mỗi tụ điện.

Giải

Điện tích của tụ điện C_1 lúc đầu ($U_1 = 300V$)



$$q_1 = C_1U = 90\ \mu C$$
$$q_2 = C_2U = 270\ \mu C$$
$$q_3 = C_3U = 540\ \mu C$$

Giả sử điện tích của các tụ điện sau khi mắc vào nhau như hình:

Định luật bảo toàn điện tích:

$$-q'_1 + q'_2 = -q_1 + q_2 = 180\ \mu C \qquad (1)$$

$$-q'_2 + q'_3 = -q_2 + q_3 = 270\ \mu C \qquad (2)$$

$$U_{AM} + U_{MN} + U_{NA} = U_{AA} = 0$$

$$\Rightarrow \quad \frac{q'_1}{C_1} + \frac{q'_2}{C_2} + \frac{q'_3}{C_3} = 0 > q'_1 + \frac{q'_2}{3} + \frac{q'_3}{6} = 0$$

$$\Rightarrow \quad 6q'_1 + 2q'_2 + q'_3 = 0 \qquad (3)$$

Thay (1), (2) vào (3):

$$6(q'_2 - 180) + 2q'_2 + 270 + q'_2 = 0$$

$$\Rightarrow \quad q'_2 = \frac{810}{9} = 90\mu C$$

$$\Rightarrow \quad q'_1 = -\,90\ \mu C; \quad q'_3 = 360\ \mu C$$

$$U_{AM} = \frac{q'_1}{C_1} = -\,90\ V; \quad U_{MN} = \frac{q'_2}{C_2} = 30\ V;$$

$$U_{NA} = \frac{q'_3}{C_3} = 60V$$

6.4. Hai bản của tụ điện phẳng, có dạng hình tròn bán kính R = 5.65cm, khoảng cách giữa các bản là d = 2mm. Giữa hai bản là không khí.

a) Hiệu điện thế lớn nhất giữa hai bản tụ điện là bao nhiêu? Biết rằng điện trường lớn nhất mà không khí chịu được $E = 3.10^6$V/m.

b) Hỏi có thể tích cho tụ điện một điện tích lớn nhất là bao nhiêu để tụ điện không bị đánh thủng.

Giải

a) Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện:

$$U_M = E_M.d = 3.10^5.2.10^{-3} = 600\ V$$

b) Điện dung của tụ điện:

$$C = \frac{S}{4\pi.k.d} = \frac{\pi.R^2}{4\pi.k.d} = \frac{(5,65.10^{-2})^2}{4.9.10^9.2.10^{-3}} = 0,443.10^{-10}\ F$$

Điện tích cần tìm:

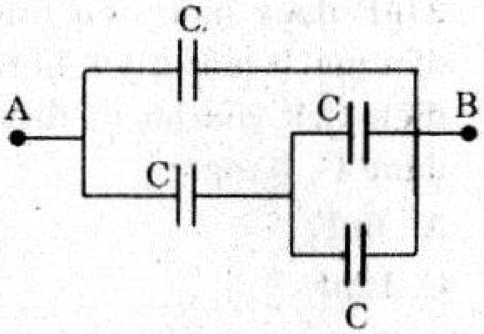
$$q_M = CU_M = 0,443.10^{-10}.600 = 2,66.10^{-8}\ C$$

6.5. Cho một số tụ điện cùng loại có điện dung C = 6pF. Hỏi phải dùng ít nhất mấy tụ và ghép thế nào thì bộ tụ có điện dung C' = 10pF.

Giải

Do C' = 10(pF) > C = 6 pF. Nên hệ phải gồm hai nhóm mắc song song.

Điều kiện số tụ ít nhất suy ra mạch gồm C // C_x. Với $C_x = C' - C$ = 4pF và số tụ điện của bộ C_x phải ít nhất.



Do $C_x < C$ nên mạch C_x gồm một tụ điện C nối tiếp với C_y.

Điều kiện bộ C_y phải có số tụ điện ít nhất và:

$$C_y = \frac{CC_x}{C - C_x} = \frac{6.4}{6 - 4} = 12\ (pF) > C$$

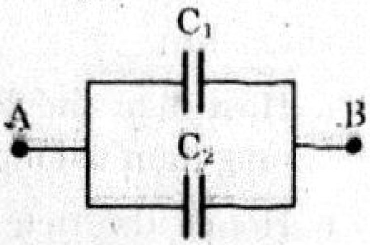
Vậy bộ tụ điện C_y gồm 2 tụ điện C mắc song song. Mạch điện cần tìm như hình.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.6. Hai tụ điện có điện dung C_1 và $C_2 = 12\mu F$ được mắc như hình vẽ. Điện dung của bộ tụ điện bằng $18\mu F$. Điện dung C_1 bằng:

A . $6\mu F$ B. $15\mu F$

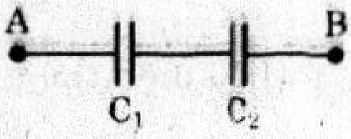
C. $30\mu F$ D. $36\mu F$



6.7. Hai tụ điện có điện dung $C_1 = 12\mu F$, $C_2 = 24\mu F$ được mắc như hình vẽ. Điện dung của bộ tụ điện bằng:

A . $8\mu F$ B. $12\mu F$

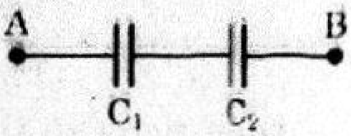
C. $18\mu F$ D. $36\mu F$



6.8. Hai tụ điện có điện dung C_1 và $C_2 = 12\mu F$ được mắc như hình vẽ. Điện dung của bộ tụ điện bằng $4\mu F$. Điện dung C_1 bằng:

A . $8\mu F$ B. $3\mu F$

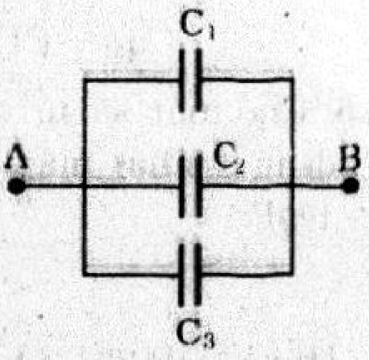
C. $16\mu F$ D. $6\mu F$



6.9. Ba tụ điện có điện dung $C_1 = 6\mu F$, $C_2 = 3\mu F$, $C_3 = 2\mu F$ được mắc như hình vẽ. Điện dung tương đương của bộ tụ điện bằng:

A . $11\mu F$ B. $1\mu F$

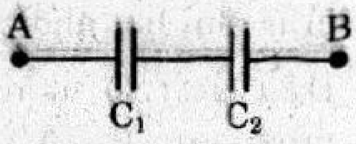
C. $0{,}9\mu F$ D. $3{,}3\mu F$



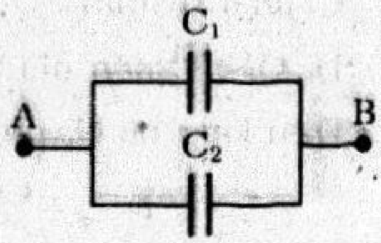
6.10. Hai tụ điện có điện dung C_1 và $C_2 = 24\mu F$ được mắc như hình vẽ. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $U_{AB} = 12V$ thì điện tích của bộ tụ điện bằng $96\mu C$. Điện dung C_1 bằng:

A . $6\mu F$ B. $8\mu F$

C. $12\mu F$ D. $16\mu F$



6.11. Hai tụ điện có điện dung C_1 và $C_2 = 12\mu F$ được mắc như hình vẽ. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $U_{AB} = 10V$ thì điện tích của bộ tụ điện bằng $3{,}6.10^{-4}\mu C$. Điện dung C_1 bằng:



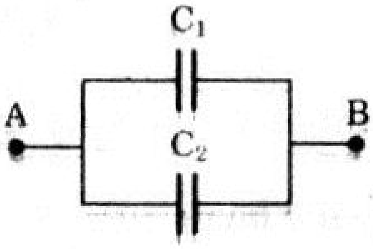
A. $36\mu F$ B. $24\mu F$ C. $18\mu F$ D. $9\mu F$

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.6. Chọn đáp án: A . $6\mu F$

Tụ điện C_1 mắc song song với tụ điện C_2.

Điện dung của bộ tụ điện:



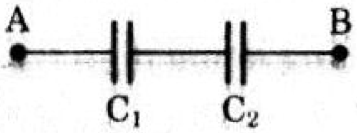
$$C = C_1 + C_2$$

$$\Rightarrow \quad 18 = C_1 + 12 \Rightarrow C_1 = 6\mu F$$

6.7. Chọn đáp án: A . 8μF

Tụ điện C_1 mắc nối tiếp với tụ điện C_2. Điện dung của bộ tụ điện:

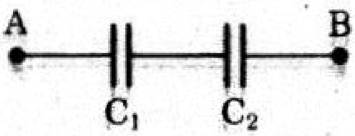
$$C = \frac{C_1.C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12.24}{12 + 24} = 8\mu F$$



6.8. Chọn đáp án: D. 6μF

Tụ điện C_1 mắc nối tiếp với tụ điện C_2. Điện dung của bộ tụ điện:

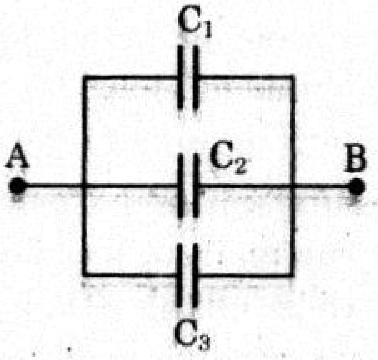
$$C = \frac{C_1.C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow 4 = \frac{C_1 12}{C_1 + 12}$$



$$\Rightarrow \quad C_1 = 6\mu F$$

6.9. Chọn đáp án: B. 1μF

Điện dung của bộ tụ điện:



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

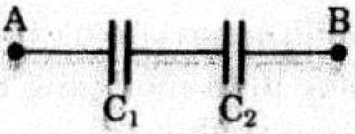
$$= \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1 + 2 + 3}{6}$$

$$\Rightarrow \quad C = 1\mu F$$

6.10. Chọn đáp án: C. 12μF

Tụ điện C_1 mắc nối tiếp với tụ điện C_2. Điện dung của bộ hai tụ điện mắc nối tiếp:

$$C_b = \frac{q_b}{U_b} = \frac{96}{12} = 8\mu F$$



Mà: $\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{24}$

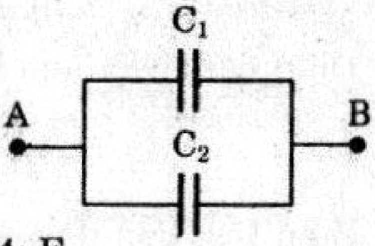
$$\Rightarrow \quad C_1 = 12\mu F$$

6.11. Chọn đáp án: B. 24μF

Điện tích của tụ điện C_2:

$$q_2 = C_2U_2 = 12.10^{-6}.10 = 1{,}2.10^{-4}C$$

Điện dung của tụ điện C_1: $C_1 = \frac{q_1}{U_{AB}} = \frac{2.10^{-4}}{10}$



$$= 0{,}36.10^{-4}F = 24\mu F$$

Bài 7. NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Năng lượng của một tụ điện đã tích điện

$$W = \frac{Q.U}{2} = \frac{C.U^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

2. Năng lượng điện trường của tụ điện phẳng

$$W = \frac{\varepsilon.E^2V}{8\pi.K}$$

V: thể tích không gian có điện trường E giữa hai bản tụ điện.

Năng lượng điện trường trong một đơn vị thể tích:

$$W = \frac{\varepsilon.E^2}{8\pi.K}$$

- *Mắc song song*: Cách mắc các phần tử của mạch điện như: điện tử, pin, động cơ điện, tụ điện, ... sao cho dòng điện trong mạch chính bị chia cho các phần tử đó, và sau khi đi qua chúng lại hợp thành một dòng điện như cũ.
- *Mắc nối tiếp*: Cách mắc các phần tử của mạch sao cho điểm cuối của phần tử này là điểm đầu của duy nhất 1 phần tử kia. (Không có rẽ nhánh). Dòng điện qua các phần tử như nhau.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

7.1. Hai tụ điện hoàn toàn giống nhau đều được chứa đầy cùng một chất điện môi lỏng, có hằng số điện môi bằng ε. Chúng được nối song song với nhau và tích điện đến hiệu điện thế U. Hỏi phải thực hiện một công tối thiểu bao nhiêu để lấy hết điện môi ra khỏi một tụ điện?

Giải

Điện dung của mỗi tụ điện khi chứa điện môi:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_o.S}{d}$$

Điện dung của mỗi tụ điện khi không chứa điện môi:

$$C_o = \frac{\varepsilon_o.S}{d} = \frac{C}{\varepsilon}$$

Điện tích ban đầu của mỗi điện tích: q = CU

Điện tích lúc sau của các tụ là q_1 và q_2:

$$q_1 + q_2 = 2q = 2CU \qquad (1)$$

Hiệu điện thế ở hai đầu mỗi tụ điện lúc sau:

$$U' = \frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{C_o} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra:

$$q_1 = \frac{2\varepsilon.CU}{\varepsilon + 1}\,;q_2 = \frac{2CU}{\varepsilon + 1}\,;U' = \frac{2\varepsilon.U}{\varepsilon + 1} < U \text{ vì } \varepsilon > 1$$

Độ biến thiên năng lượng của bộ tụ điện:

$$\Delta W = \frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{2C_o} - \frac{q^2}{C} = \frac{4\varepsilon^2CU^2}{2C(\varepsilon + 1)^2} + \frac{4CU^2\varepsilon}{2C(\varepsilon + 1)^2} - CU^2$$

$$\Delta W = CU^2\left[\frac{2\varepsilon^2 - \varepsilon^2 + 1}{(\varepsilon + 1)^2}\right] = \frac{CU^2(\varepsilon^2 + 1)}{(\varepsilon + 1)^2} > 0$$

Công tối thiểu: $A_{min} = \Delta W(Q = 0)$

.2. Một tụ điện được nạp điện với hiệu điện thế 4E rồi được mắc vào mạch gồm một điện trở, một nguồn điện có suất điện động E, điện trở trong không đáng kể và một khóa K. Sau khi đóng khóa K, nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở là Q. Hãy xác định điện dung của tụ điện.

Giải

- Điện tích của tụ điện: $q_1 = C.\,4E$
- Xét tụ điện và nguồn được mắc như sơ đồ hình vẽ:

  Khi đóng khóa K tụ điện phóng điện qua nguồn cho đến khi hiệu điện thế hai bản A và B là $U_{AB} = E$.

  Điện tích của tụ điện khi đó: $q_2 = CU_{AB} = CE$

  Định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{q_1^2}{2C} - \frac{q_2^2}{2C} = Q + (q_1 - q_2)E$$

$$\Rightarrow \quad \left[\frac{(4CE)^2}{2C} - \frac{(CE)^2}{2C}\right] = Q + (4CE - CE)E$$

$$\Rightarrow \quad Q = 4{,}5CE^2 \Rightarrow C = \frac{Q}{4{,}5E^2}$$

- Xét tụ điện và nguồn được mắc như sơ đồ hình vẽ:

  Khi đóng khóa K tụ điện phóng điện qua nguồn cho đến khi hiệu điện thế hai bản A và B là $U_{AB} = E$.

Điện tích của tụ điện khi đó: $q_2 = CU_{AB} = CE$

Định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{q_1^2}{2C} - \frac{q_2^2}{2C} = Q + (q_1 + q_2)E$$

$$\Rightarrow \quad \left[\frac{(CE)^2}{2C} - \frac{(4CE)^2}{2C}\right] + Q = (4CE + CE)E$$

$$\Rightarrow \quad C = \frac{2Q}{25E^2}$$

7.3. Hai tụ phẳng không khí có điện dung C, mắc song song và được tích điện đến hiệu điện thế U rồi ngắt nguồn đi. Các bản của một tụ có thể chuyển động tự do đến nhau. Tìm vận tốc các bản tụ trên tại thời điểm mà khoảng cách giữa chúng giảm đi một nửa. Biết khối lượng một bản tụ là M, bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Giải

– Thế năng tương tác tĩnh điện giữa hai bản tụ điện cách nhau một đoạn d:

$$E_1 = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2}$$

– Thế năng tương tác tĩnh điện giữa hai bản tụ điện cách nhau một đoạn d'= IV.2:

$$E_2 = \frac{qU'}{2} = \frac{qU}{2}\frac{d'}{d} = \frac{CU^2}{4}$$

– Định luật bảo toàn năng lượng:

$$Mv^2 = E_1 - E_2 = \frac{CU^2}{4} \Rightarrow v = \frac{U}{2}\sqrt{\frac{C}{M}}$$

– Điện tích trên mỗi tụ điện lúc đầu: $q = CU$

– Điện tích trên mỗi tụ điện lúc sau: q'_1 và q'_2

$$q'_1 + q'_2 = 2q = 2CU \qquad (1)$$

Mặt khác:

$$\frac{q'_1}{C_1} = \frac{q'_2}{C_2} \Rightarrow \frac{q'_1}{C} = \frac{q'_2}{2C} \Rightarrow q'_2 = 2q'_1 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$q'_1 = \frac{2CU}{3} \text{ và } q'_2 = \frac{4CU}{3}$$

Định luật bảo toàn năng lượng:

$$CU^2 = \frac{q_1'^2}{2C} + \frac{q_2'^2}{2C} + \frac{MV^2}{2} = \frac{2CU^2}{9} + \frac{4CU^2}{9} + MV^2$$

$$\Rightarrow \quad V = \sqrt{\frac{CU^2}{3M}}$$

7.4. Hai tụ điện $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 0{,}5\mu F$ có một bản nối đất, hiệu điện thế giữa các bản phía trên của các tụ điện và các bản nối đất lần lượt bằng $U_1 = 200V$; $U_2 = -100V$. Tính điện lượng tỏa ra khi nối các bản phía trên (không nối đất) của hai tụ điện bằng một dây dẫn

Giải

Trước khi nối các tụ điện, ta có: $q_1 = C_1U_1$ và $q_2 = C_2U_2$ và năng lượng của hệ tụ điện bằng:

$$W_1 = \frac{C_1U_1^2}{2} + \frac{C_2U_2^2}{2}$$

Sau khi hai tụ điện nối với nhau, ta có bộ tụ mắc song song với hiệu điện thế là U. Điện tích của bộ tụ là:

$$q = q_1 + q_2 = C_1U_1 + C_2U_2$$

hay $\quad (C_1 + C_2)U = C_1U_1 + C_2U_2$

Từ đó: $\quad U = \dfrac{C_1U_1 + C_2U_2}{C_2 + C_2}$

Năng lượng tổng hợp của bộ tụ bây giờ là $W_2 = \dfrac{(C_1 + C_2)U^2}{2}$

Nhiệt lượng tỏa ra bằng:

$$Q = W_1 - W_2 = \frac{C_1C_2(U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = 4{,}5.10^{-3}J$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.5. Chọn phát biểu đúng.

Sau khi ngắt tụ điện phẳng khỏi nguồn điện, ta tịnh tiến hai bản để khoảng cách giữa chúng tăng lên hai lần. Khi đó, năng lượng điện trường trong tụ điện:

A. giảm đi bốn lần.

B. tăng lên bốn lần.

C. giảm đi hai lần.

D. tăng lên hai lần.

7.6. Một tụ điện xoay có bốn bản linh động xen kẽ với bốn bản cố định sẽ được coi như có bao nhiêu tụ điện mắc song song?

A. 8 tụ điện. B. 7 tụ điện. C. 6 tụ điện. D. 4 tụ điện.

7.7. Một tụ điện có điện dung C, được nạp điện đến điện thế U, điện tích của tụ là Q. Công thức nào sau đây dùng để xác định năng lượng của tụ điện?

A. $W = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ B. $W = \frac{1}{2}CU$ C. $W = \frac{1}{2}\frac{U^2}{C}$ D. $W = QU^2$

7.8. Một tụ điện có điện dung C, được nạp điện đến điện thế U, điện tích của tụ là Q. Công thức xác định mật độ năng lượng điện trường trong tụ điện là:

A. $W = \frac{\varepsilon.E^2}{8\pi k}$ với $k = 9{,}1.10^{-9}$ (SI)

B. $W = \frac{\varepsilon.E.V^2}{\pi k}$ với $k = 9{,}1.10^{-9}$ (SI)

C. $W = \frac{1}{2}CU^2$

D. $W = \frac{\varepsilon.E^2.V}{9.10^9.8\pi}$

7.9. Một tụ điện có điện dung C = 4μF được mắc vào nguồn điện 220V, sau khi ngắt tụ điện khỏi nguồn, do có quá trình phóng điện qua lớp điện môi nên tụ điện mất dần điện tích. Nhiệt lượng tỏa ra trong lớp điện môi kể từ khi bắt đầu ngắt tụ điện khỏi nguồn điện đến khi tụ phóng hết điện là:

A. 0,0968J B. 0,44mJ C. 0,1936J D. 96800J

7.10. Một tụ điện không khí phẳng mắc vào nguồn điện 200V. Hai bản tụ cách nhau 2mm. Mật độ năng lượng điện trường trong tụ là:

A. $4{,}4.10^{-8}J/m^3$ B. $70{,}8.10^{-8}J/m^3$

B. $44mJ/m^3$ D. $354mJ/m^3$

7.11. Một tụ điện có điện dung C = 4μF được mắc vào nguồn có hiệu điện thế 100V, sau đó ngắt ra khỏi nguồn và mắc tụ điện đó vào bộ nguồn có hiệu điện thế 200V. Sau khi đã cân bằng điện thì:

A. năng lượng của tụ điện tăng lên một lượng 20mJ.

B. năng lượng của tụ điện tăng lên một lượng 40mJ.

C. năng lượng của tụ điện tăng lên một lượng 60mJ.

D. năng lượng của tụ điện giảm đi một lượng 120mJ.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.5. Chọn đáp án: D. tăng lên hai lần.

7.6. Chọn đáp án: B. 7 tụ điện.

7.7. Chọn đáp án: A. $W = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

7.8. Chọn đáp án: A. $W = \frac{\varepsilon.E^2}{8\pi k}$ với $k = 9.1.10^{-9}$ (SI)

7.9. Chọn đáp án: A. 0,0968J

Nhiệt lượng tỏa ra trong lớp điện môi:

$$Q = W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{4.10^{-6}}{2}.(220)^2 = 968.10^{-4}J$$

7.10. Chọn đáp án: B. 44mJ/m^3

7.11. Chọn đáp án: C. Năng lượng cua tụ điện tăng lên một lượng 60mJ.

Năng lượng của tụ điện lúc đầu:

$$W_1 = \frac{1}{2}CU_1^2 = \frac{4.10^{-6}}{2}.(100)^2 = 2.10^{-2}J$$

Năng lượng của tụ điện lúc sau:

$$W_2 = \frac{1}{2}CU_2^2 = \frac{1}{2}C4U_1^2 = 4W_1 = 8.10^{-2}J = 80mJ$$

Sau khi đã cân bằng điện thì năng lượng của tụ điện tăng lên một lượng:

$$\Delta W = W_2 - W_1 = 60mJ.$$

Chương II. NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

Bài 1. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI - NGUỒN ĐIỆN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Dòng điện - Tác dụng của dòng điện

a) *Định nghĩa:* Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện

Quy ước: Chiều của dòng điện là chiều chuyển động của các điện tích dương.

b) *Tác dụng của dòng điện*

Tác dụng: cơ, nhiệt, hoá, sinh, quang và từ (dấu hiệu đặc trưng để nhận biết dòng điện), cơ học, sinh lí

2. Cường độ dòng điện

a) *Định nghĩa:* Đại lượng đặc trưng cho tác dụng của dòng điện, được đo bằng thương số của điện lượng Δq chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong khoảng thời gian nhỏ Δt và khoảng thời gian đó

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Dòng điện có chiều và cường độ không đổi theo thời gian gọi là dòng điện không đổi. Đối với dòng điện không đổi:

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I.t$$

b) *Đơn vị*

Ampe. (Kí hiệu: A). (Đơn vị cơ bản trong hệ SI).

$1mA = 10^{-3}A$; $1\ \mu A = 10^{-6}A$

c) *Đo cường độ dòng điện (trực tiếp):* Do cường độ dòng điện ở mọi điểm trong mạch mắc nối tiếp là như nhau nên để đo cường độ dòng điện người ta mắc ampe kế nối tiếp vào mạch.

d) *Đơn vị điện tích:* $q = I.t \Rightarrow 1C = 1A.\ 1s$

Cu-lông là điện lượng của một dòng điện không đổi có cường độ 1A chạy qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong thời gian 1s.

3. Mật độ dòng điện trong dây dẫn

$$j = \frac{I}{S}$$

* S là diện tích tiết diện thẳng (m^2)

* $j = nqv_t$ (n là độ lớn điện tích hạt tải điện; v_t là vận tốc trôi)

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1.1. Một dòng điện 4A tồn tại trong một điện trở 10Ω trong 5 phút.

a) Tính điện lượng đi qua tiết diện nào đó của điện trở trong thời gian nói trên.

b) Tính số electron qua tiết diện thẳng nào đó của điện trở trong thời gian nói trên.

Giải

a) Điện lượng đi qua tiết diện nào đó của điện trơ trong thời gian 5 phút = 300 giây.

$$q = I.t = 4.300 = 1200C$$

b) Số electron qua tiết diện thẳng nào đó của điện trở trong thời gian nói trên.

$$N = \frac{q}{e} = \frac{1200}{1,6.10^{-19}} = 7,5.10^{21}$$

1.2. Một dây dẫn kim loại có các electron tự do chạy qua và tạo thành một dòng điện không đổi. Dây có tiết diện $S = 0,5mm^2$, trong thời gian $t = 10s$ có điện lượng $q = 8,0C$ đi qua. Tìm:

a) Cường độ và mật độ dòng điện chạy qua dây dẫn.

b) Số electron đã đi qua tiết diện ngang của dây trong 10s.

c) Vận tốc trung bình của chuyển động định hướng của electron. Biết mật độ electron tự do $n = 4.10^{28}m^{-3}$

Giải

a) Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{8,0}{10} = 0,8A$$

Mật độ dòng điện chạy qua dây dẫn:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{0,8}{0,5.10^{-6}} = 1,6.10^6 Am^{-2}$$

b) Số electron đã đi qua tiết diện ngang của dây trong 10s.

$$N = \frac{q}{e} = \frac{8,0}{1,6.10^{-19}} = 5.10^{19}$$

c) Vận tốc trung bình v_t của chuyển động định hướng của electron.

$$j = nev_t \Rightarrow 1,6.10^{6} = 4.10^{28}.1,6.10^{-19}.v_t$$

$$\Rightarrow v_t = 2,5.10^{-4}\text{m/s}.$$

1.3. Một dòng điện không đổi có I = 4,8A chạy qua một dây kim loại tiết diện thẳng S = 1,0cm². Tính:

a) Số electron qua tiết diện thẳng của dây trong 1s.

b) Vận tốc trung bình của chuyển động định hướng của electron bằng 0,01mm/s. Tính mật độ electron tự do trong dây kim loại nói trên.

Giải

a) Số electron đã đi qua tiết diện ngang của dây trong 1s.

$$N = \frac{q}{e} = \frac{I.t}{e} = \frac{4,8.1}{1,6.10^{-19}} = 3.10^{19}$$

b) Mật độ dòng điện chạy qua dây dẫn được tính bởi công thức:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{4,8}{1,0.10^{-4}} = 4,8.10^{4}\,\text{Am}^{-2}$$

Mà $j = nev_t \Rightarrow 4,8.10^{4} = n.1,6.10^{-19}.0,01.10^{-3}$

$$\Rightarrow n = 3.10^{28}\text{m}^{-3}$$

1.4. Trong khoảng thời gian 10s, dòng điện qua dây dẫn tăng đều từ I_1 = 1A đến I_2 = 4A. Tính cường độ dòng điện trung bình và điện lượng qua dây trong thời gian trên.

Giải

Cường độ dòng điện trung bình:

$$I_{tb} = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{1 + 4}{2} = 2,5\text{A}$$

Điện lượng đi qua dây dẫn trong thời gian 10giây.

$$q = I.t = 2,5.10 = 25\text{C}$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.5. Cường độ dòng điện không đổi được tính bằng công thức:

A. $I = \frac{q^2}{t}$ B. $I = q^2t$ C. $I = qt$ D. $I = \frac{q}{t}$

1.6. Điều kiện để có dòng điện là

A. chỉ cần có hiệu điện thế.

B. chỉ cần có nguồn điện.

C. chỉ cần duy trì một hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn.

D. chỉ cần có các vật dẫn điện nối liền với nhau tạo thành mạch điện kín.

1.7. Dòng điện trong chùm electron đập vào màn đèn hình thông thường bằng 200μA. Số electron đập vào màn hình trong 1s bằng:

A. $1{,}25.10^{12}$ B. $1{,}25.10^{15}$ C. $1{,}25.10^{21}$ D. $1{,}25.10^{18}$

1.8. Hiệu điện thế 1V được đặt vào hai đầu điện trở 10Ω trong khoảng thời gian là 30s. Lượng điện tích dịch chuyển qua điện trở này khi đó là:

A. 300C B. (1/300)C C. $1{,}875.10^{-19}$C D. 3C

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.5. Chọn đáp án: D. $I = \frac{q}{t}$

1.6. Chọn đáp án: C. chỉ cần duy trì một hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn.

1.7. Chọn đáp án: B. $1{,}25.10^{15}$

Điện lượng đi qua dây dẫn trong thời gian 10 giây.

$$q = I.t = 200.10^{-6}.1 = 2.10^{-4}C$$

Số electron đã đi qua tiết diện ngang của dây trong 1s.

$$N = \frac{q}{e} = \frac{2.10^{-4}}{1{,}6.10^{-19}} = 1{,}25.10^{15}$$

1.8. Chọn đáp án: D. 3C

Cường độ dòng điện:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1}{10} = 0{,}1A$$

Điện lượng đi qua dây dẫn trong thời gian 30s.

$$q = I.t = 0{,}1.30 = 3C.$$

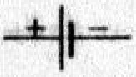
Bài 2. MỘT SỐ LOẠI NGUỒN ĐIỆN. PIN VÀ ACQUY

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Nguồn điện

Là thiết bị để biến đổi một dạng năng lượng nào đó thành điện năng nghĩa là một cơ cấu để tạo ra và duy trì.

Nguồn điện có hai cực nhiễm điện trái dấu. Một cực dương, một cực âm.

Ký hiệu: 

2. Suất điện động $\mathscr{E} = E$ của nguồn điện

Là đại lượng đặc trưng cho khả năng sinh ra công của lực lạ bên trong của các nguồn điện và được đo bằng thương số của công A của các lực lạ làm dịch chuyển điện tích dương q bên trong nguồn điện và độ lớn của điện tích trong đó. $\mathscr{E} = E = \dfrac{A}{q}$

Đơn vị SI: vôn(V). Mỗi nguồn điện có một điện trở trong r

3. Pin

a) *Pin Đanien:* Gồm cực kẽm nhúng vào dung dịch $ZnSO_4$, cực đồng nhúng vào dung dịch $CuSO_4$ giữa hai dung dịch có một vách ngăn xốp. Suất điện động của pin Đanien: 1,1V.

b) *Pinleclanché:* có cực âm là kẽm, cực dương là than được bao bọc xung quanh bằng một hỗn hợp đã nén chặt gồm MnO_2 và graphit. Dung dịch điện phân là NH_4Cl. Suất điện động của pin 1,5V.

4. Acquy

a) *Cấu tạo của acquy axit*

* Một bình đựng dung dịch H_2SO_4 (20% – 30%)
* Hai tấm chì có phủ chì Oxit cực âm PbO cực dương (Pb_3O_4) nhúng vào dung dịch H_2SO_4
* Giữa hai cực xuất hiện hiệu điện thế xác định 2,1V

b) *Acquy kiềm*

* Dung dịch KOH hoặc NaOH.
* Dương cực $Ni(OH)_2$.
* Âm cực $Cd(OH)_2$ hoặc $Fe(OH)_2$.
* Acquy kiềm nhẹ, bền, suất điện động thường thấy 1,2V.

II. BÀI TẬP MẪU

2.1. Pin vôn ta có suất điện động là 1,1V. Tính công của pin này sản ra khi có một lượng điện tích +45C dịch chuyển ở bên trong và giữa hai cực của pin.

Giải

Công của pin này sản ra khi có một lượng điện tích +45C dịch chuyển ở bên trong và giữa hai cực của pin

$$A = q\mathscr{E} = qE = 45.1,1 = 49,5J$$

2.2. Pin Lơ-clăng-sê sản ra một công là 360J khi dịch chuyển lượng điện tích là +240C ở bên trong và giữa hai cực của pin. Tính suất điện động của pin này.

Giải

Suất điện động của pin:

$$\mathscr{E} = E = \frac{A}{q} = \frac{360}{240} = 1,5V$$

2.3. Một bộ acquy có suất điện động là 6V và sản ra một công là 270J khi dịch chuyển điện tích ở bên trong và giữa hai cực của nó khi acquy này phát điện.

a) Tính lượng điện tích được dịch chuyển này.

b) Thời gian dịch chuyển lượng điện tích này là 10 phút, tính cường độ dòng điện chạy qua acquy khi đó.

Giải

a) Lượng điện tích được dịch chuyển:

$$q = \frac{A}{\mathscr{E}} = \frac{270}{6} = 45C$$

b) Cường độ dòng điện chạy qua acquy:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{45}{10.60} = 0,075A = 75mA$$

2.4. Một bộ acquy có suất điện động là 12V và có dung lượng là 6A. h.

a) Acquy này có thể sử dụng tổng cộng trong khoảng thời gian là bao lâu cho tới khi phải nạp lại nếu nó cung cấp dòng điện cường độ 0,30A.

b) Tính điện năng tương ứng được dự trữ trong acquy khi đó.

Giải

a) Thời gian sử dụng tổng cộng:

$$t = \frac{q}{I} = \frac{6}{0,3} = 20h$$

b) Điện năng tương ứng được dự trữ trong acquy khi đó:

$$A = q.\mathscr{E} = 6.3600.12 = 259200J$$

2.5. Một acquy có dung lượng là 720mA. h.

a) Tính cường độ dòng điện mà acquy này có thể cung cấp nếu nó được sử dụng liên tục trong 20 giờ thì phải nạp lại.

b) Tính suất điện động của acquy này nếu trong thời gian hoạt động trên đây nó sản ra một công là 9,33Kj.

Giải

a) Cường độ dòng điện mà acquy này có thể cung cấp:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{0,720}{20} = 0,036A = 36mA$$

b) Suất điện động của acquy:

$$\mathscr{E} = E = \frac{A}{q} = \frac{9,33.10^3}{0,72.3600} \approx 3,6V$$

2.6. Khi nhiệt độ chênh lệch giữa hai đầu là 200^0C thì suất điện động của cặp nhiệt điện Fe–Constantan là $\mathscr{E}_{10} = 15,8mV$ và của cặp nhiệt điện Cu–Constantan là $\mathscr{E}_{20} = 14,9mV$. Tính suất điện động $\mathscr{E}_{12}$ của cặp nhiệt điện Fe – Cu khi chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu là 200^0C

Giải

Công thức tính suất điện động nhiệt điện: $\mathscr{E} = \alpha(T_2 - T_1)$

Áp dụng: $\mathscr{E}_{10} = \alpha_{10}(T_2 - T_1)$

$\mathscr{E}_{20} = \alpha_{20}(T_2 - T_1)$ và $\mathscr{E}_{12} = \alpha_{12}(T_2 - T_1)$

Dễ nhận thấy: $\mathscr{E}_{12} = \mathscr{E}_{10} - \mathscr{E}_{20} = 15,8 - 14,9 = 0,9mV$

2.7. Cặp nhiệt điện Fe–Constantan có hệ số suất điện động là $\alpha = 52\mu V/K$ và điện trở trong $r = 0.5\Omega$. Nối cặp nhiệt điện này với điện kế G có điện trở trong $R = 20\Omega$. Đặt một mối hàn của cặp nhiệt điện này trong không khí ở 25^oC. Nhúng mối hàn thứ hai vào trong lò điện có nhiệt độ 800^oC. Tính cường độ dòng điện chạy qua điện kế G.

Giải

Công thức tính suất điện động nhiệt điện: $\mathscr{E} = \alpha(T_2 - T_1)$

$\Rightarrow \quad \mathscr{E} = 52.10^{-6}(800 - 25) \approx 0{,}04V$

Cường độ dòng điện qua điện kế:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{r + R} = \frac{0{,}04}{0{,}5 + 20} \approx 1{,}95.10^{-3}A = 1{,}95mA$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.8. Có thể tạo ra một pin điện hóa bằng cách ngâm trong dung dịch muối ăn:

A. hai mảnh tôn.

B. hai mảnh đồng.

C. hai mảnh nhôm.

D. một mảnh nhôm và một mảnh kẽm.

2.9. Sau khi sử dụng một thời gian thì điện trở trong của pin Vôn–ta tăng lên là vì:

A. có hiện tượng phân cực xảy ra.

B. hai cực của pin mòn dần.

C. dung dịch điện phân loãng dần.

D. dung dịch điện phân cạn dần do có sự bay hơi.

2.10. Đối với mạch điện kín gồm nguồn điện với mạch ngoài và điện trở thì cường độ dòng điện chạy trong mạch

A. tỉ lệ nghịch với điện trở mạch ngoài.

B. tỉ lệ thuận với điện trở mạch ngoài.

C. tăng khi điện trở mạch ngoài tăng.

D. giảm khi điện trở mạch ngoài tăng.

2.11. Các lực lạ bên trong nguồn điện không có tác dụng

A. tạo ra các điện tích mới cho nguồn điện.

B. tạo ra và duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.

C. tạo ra và duy trì sự tích điện khác nhau ở hai cực của nguồn điện.

D. làm các điện tích dương dịch chuyển ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện.

2.12. Trong các pin điện hóa không có quá trình nào dưới đây:

A. Biến đổi chất này thành chất khác.

B. Biến đổi nhiệt năng thành điện năng.

C. Biến đổi hóa năng thành điện năng.

D. Làm cho các cực của pin tích điện khác nhau.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.8. Chọn đáp án: D. một mảnh nhôm và một mảnh kẽm.

2.9. Chọn đáp án: A. có hiện tượng phân cực xảy ra.

2.10. Chọn đáp án: D. giảm khi điện trở mạch ngoài tăng.

2.11. Chọn đáp án: A. tạo ra các điện tích mới cho nguồn điện.

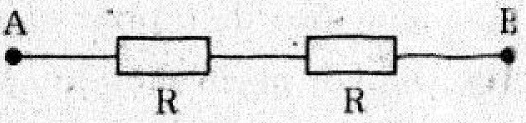
2.12. Chọn đáp án: B. Biến đổi nhiệt năng thành điện năng.

Bài 3. ÔN TẬP ĐỊNH LUẬT ÔM CHO ĐOẠN MẠCH CHỈ CÓ ĐIỆN TRỞ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Đoạn mạch mắc nối tiếp

a) Khái niệm: Trong đoạn mạch mắc nối tiếp, các vật dẫn được mắc liên tiếp nhau, không có sự phân nhánh (h.vẽ). Cường độ dòng điện I có giá trị như nhau ở các vật dẫn mắc nối tiếp.



b) Đặc điểm:

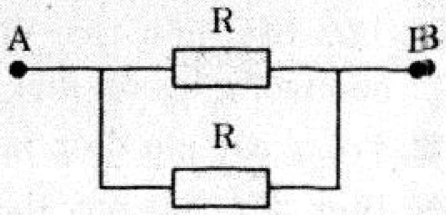
- Cường độ dòng điện: $I = I_1 = I_2 = ... = I_n$
- Hiệu điện thế: $U = U_1 + U_2 + ... + U_n$. Được phân phối theo luật: điện trở nào lớn hơn thì ở đó hiệu điện thế lớn hơn.
- Điện trở toàn phần của đoạn mạch:

$$R = R_1 + R_2 + ... + R_n \ (R > R_i)$$

Nếu các điện trở bằng r: $R = nr$

2. Đoạn mạch mắc song song

a) Khái niệm: Trong đoạn mạch mắc song song các vật dẫn có điểm đầu mắc chung vào một điểm A và điểm cuối mắc chung vào một điểm B.



b) Đặc điểm:

➤ Cường độ dòng điện:

$$I_1 = \frac{U}{R_1};\ I_2 = \frac{U}{R_2};\ ...;\ I_n = \frac{U}{R_n}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + ... + I_n.$$

➤ Hiệu điện thế: $U = U_1 = U_2 = ... = U_n$

* Xét riêng mạch hai điện trở mắc song song:

$$\frac{I_1}{R_2} = \frac{I_2}{R_1} = \frac{I}{R_1 + R_2}$$

* Dòng điện trong mạch rẽ tỉ lệ nghịch với điện trở mạch đó.

* Điện trở toàn phần R của đoạn mạch:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$$

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở

- Bản chất vật dẫn.
- Điều kiện vật lý.
- Hình dạng, kích thước của vật dẫn.
- Điện trở thuần của một vật dẫn đồng tính ở một nhiệt độ nhất định, tỷ lệ thuận với chiều dài l và tỷ lệ nghịch với tiết diện thẳng S của vật dẫn. $R = \rho\frac{l}{S}$.

l: m; S: m^2; ρ: Ω.m (điện trở suất); $\rho = \frac{RS}{l}$.

4. Hệ số nhiệt điện trở

Nếu điện trở của vật dẫn ở $t_0{}^0C$ là R_0, ở $t^\circ C$ là R_t thì thí nghiệm cho biết độ biến thiên tương đối của điện trở tỷ lệ với độ biến thiên nhiệt độ t: $\frac{R_t - R_o}{R_o} = \alpha t$

* α: hệ số nhiệt của điện trở $[K^{-1}]$

*** $\alpha > 0$ đối với kim loại, $\alpha < 0$ đối với chất điện phân.**

*** Theo một số tài liệu qui ước $t_0{}^0C = 20^0C$**

$\Rightarrow$ $R = R_o(1 + \alpha t)$

$\Rightarrow$ $\rho = \rho_o(1 + \alpha t)$

5. Nhiệt kế điện trở

* Dụng cụ đo nhiệt độ dựa vào sự phụ thuộc của điện trở vào nhiệt độ. Bộ phận chủ yếu của nhiệt kế điện trở là một sợi dây mảnh bằng Pt quấn quanh một lõi bằng mica.

* Đo được nhiệt độ: $-200^\circ C \rightarrow 1000^\circ C$. Với độ chính xác 10^{-4}°C

6. Hiện tượng siêu dẫn: Hiện tượng một số chất, khi làm lạnh xuống dưới một nhiệt độ nào đó (Nhiệt độ tới hạn T_o) thì điện trở của nó triệt tiêu.

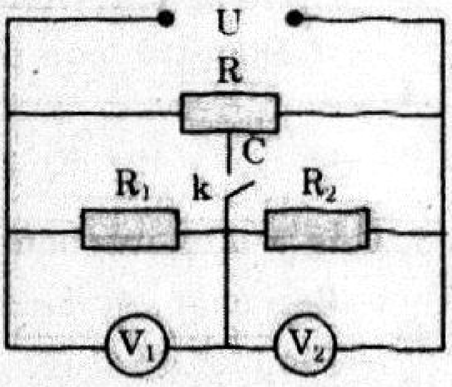
II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

3.1. Cho mạch điện. Biết: $R = 10\Omega$; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_v = \infty$; $U = 18V$

Hỏi các vôn kế chỉ bao nhiêu khi:

a) k ngắt.

b) k đóng và con chạy C ở điểm chính giữa của điện trở R.



Giải

a) Xét k ngắt:

Mạch điện như sau R // (R_1 nt R_2) (nt là mắc nối tiếp)

Hai điện trở R_1 và R_2 của hai vôn kế mắc nối tiếp có điện trở tương đương:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10\Omega$$

Cường độ dòng điện qua R_1 và R_2:

$$I_1 = I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{12}} = \frac{18}{10} = 1{,}8A$$

Hiệu điện thế hai đầu R_1 chính là số chỉ vôn kế V_1:

$$U_{AC} = U_1 = R_1 I_1 = 6.1{,}8 = 10{,}8V$$

Hiệu điện thế hai đầu R_2 chính là số chỉ vôn kế V_2:

$$U_{CB} = U_2 = R_2 I_2 = 4.1{,}8 = 7{,}2V$$

b) Xét k đóng:

Gọi R_3 và R_4 lần lượt là điện trở phần bên trái và bên phải của biến trở. Do C ở chính giữa biến trở nên:

$$R_3 = R_4 = \frac{R}{2} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

Mạch điện như sau: (R_3 // R_1) nt (R_4 // R_2)

Hai điện trở R_3 và R_1 mắc song song, nên điện trở tương đương:

$$R_{31} = \frac{R_3R_1}{R_3 + R_1} = \frac{5.6}{5 + 6} = \frac{30}{11}\Omega \simeq 2,73\Omega$$

Hai điện trở R_4 và R_2 mắc song song, nên điện trở tương đương:

$$R_{42} = \frac{R_1R_2}{R_4 + R_2} = \frac{5.4}{5 + 4} = \frac{20}{9}\Omega \simeq 2,22\Omega$$

Hiệu điện thế hai đầu điện trở R_{34}:

$$U_{CB} = U_{34} = U_{12} = 12V$$

(Vì $R_{12} = R_{34}$ và chúng mắc nối tiếp)

3.2. Có hai điện trở $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$. Điện trở R_1 chịu được dòng điện tối đa là 2A, điện trở R_2 tới 1,5A.

a) Có thể mắc nối tiếp hai điện trở đó vào 2 điểm có hiệu điện thế tối đa bao nhiêu?

b) Có thể mắc song song 2 điện trở đó vào 2 điểm có hiệu điện thế tối đa bao nhiêu?

Giải

Hai điện trở R_1 và R_2 mắc nối tiếp có điện trở tương đương:

$$R_{tm} = R_1 + R_2 = 10 + 20 = 30\Omega$$

Hai điện trở R_1 và R_2 mắc nối tiếp nên cường độ dòng điện qua chúng là bằng nhau và chỉ được phép tối đa bằng $I_2 = 1,5$ A

Hiệu điện thế hai đầu toàn mạch:

$$U = R_{tm}\,I_2 = 30.1,5 = 45V$$

Hai điện trở R_1 và R_2 mắc song song, nên điện trở tương đương:

$$R_{12} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10.20}{10 + 20} \simeq 6,67\Omega$$

Hiệu điện thế cực đại hai đầu điện trở R_1:

$$U_1 = R_1I_1 = 10.2 = 20V$$

Hiệu điện thế cực đại hai đầu điện trở R_2:

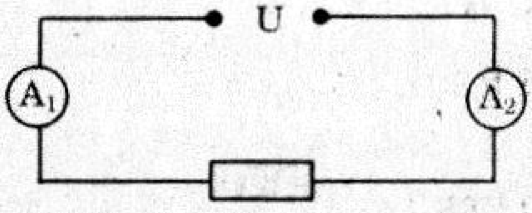
$$U_2 = R_2I_2 = 20.1,5 = 30V$$

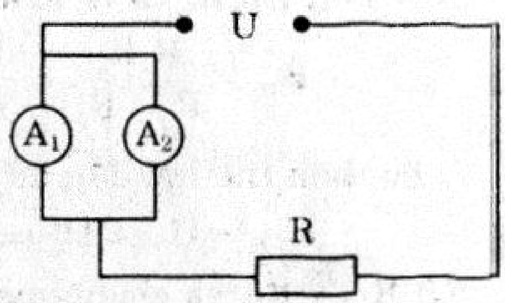
Hai điện trở R_1 và R_2 mắc song song nên hiệu điện thế đặt vào hai đầu mỗi điện trở phải bằng nhau và bằng $U_1 = 20V$

Cường độ dòng điện qua mạch:

$$I_{tm} = \frac{U_1}{R_{12}} = \frac{20}{6,67} = 3A$$

3.3. Cho hai ampe kế A_1 và A_2. Mắc nối tiếp hai ampe kế vào mạch điện (h.a) thì chúng chỉ 5,5A. Nếu A_1 mắc song song với A_2 (h.b) thì số chỉ là: $I_1 = 6A$ và $I_2 = 3A$. Tính cường độ dòng điện qua R khi chưa mắc các ampe kế.





Giải

Do số chỉ của ampe kế A_1 và A_2 khác nhau nên điện trở của chúng lần lượt là R_1 và R_2

$$R_1I_1 = R_2I_2 \Rightarrow 6R_1 = 3R_2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$$

* **Xét R_1 // R_2:**

$$U = (I_1 + I_2)(R_{12} + R)$$

$$R_{12} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1.2R_1}{R_1 + 2R_1} = \frac{2}{3}R_1$$

$$\Rightarrow \quad U = (6 + 3)(2R_1:3 + R) = 6R_1 + 9R(1)$$

* **Xét R_1 nối tiếp R_2**

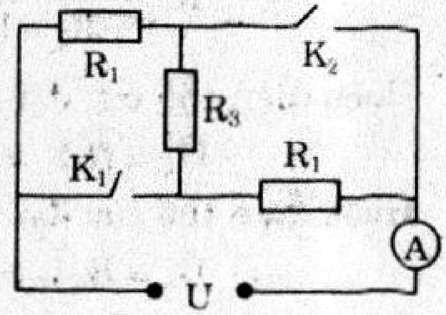
$$U = I(R_1 + R_2 + R) = 5{,}5(R_1 + 2R_1 + R) = 16{,}5R_1 + 5{,}5R(2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:$R = 2R_1$

$$\Rightarrow \quad U = 11R \Rightarrow I' = U: R = 11A$$

Cường độ dòng điện qua R khi chưa mắc các ampe kế

3.4. Cho mạch điện như hình bên. Điện trở $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$; $R_3 = 30\Omega$. Điện trở của ampe kế và dây nối không đáng kể. Hiệu điện thế giữa hai đầu mạch điện là $U = 36V$. Tìm số chỉ ampe kế.



a) Khi ngắt cả hai khoá K_1 và K_2. b) Khi đóng K_1 ngắt K_2

c) Khi đóng K_2 ngắt K_1. d) Khi đóng cả hai khoá K.

Giải

a) Khi K_1 và K_2 ngắt:

Ba điện trở R_2, R_3, R_1 mắc nối tiếp

$$\Rightarrow \quad R_{tm} = R_2 + R_3 + R_1 = 20 + 10 + 30 = 60\Omega$$

Số chỉ ampe kế: $I = \frac{U}{R_{tm}} = \frac{36}{60} = 0,6A$

b) Khi K_1 đóng K_2 ngắt. Mạch chỉ có điện trở R_1.

Số chỉ ampe kế: $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{36}{10} = 3,6A$

c) Khi K_2 đóng K_1 ngắt. Mạch chỉ có điện trở R_2.

Số chỉ ampe kế: $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{36}{20} = 1,8A$

d) Khi cả hai khoá K đóng. Ba điện trở R_2, R_3, R_1 mắc song song nhau:

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+2}{60} = \frac{11}{60}$$

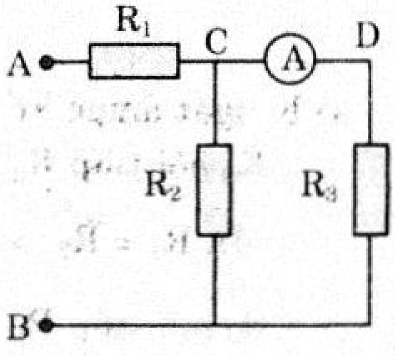
$$\Rightarrow \quad R = 5,45\Omega$$

Số chỉ ampe kế: $I = \frac{U}{R} = \frac{36}{5,45} = 6,6A$

35. Cho mạch điện như hình, biết $R_1 = 12\Omega$; $R_2 = 60\Omega$; $R_3 = 40\Omega$; $U_{AB} = 72V$.

a) Mắc một ampe kế lý tưởng vào giữa hai điểm CD. Tìm số chỉ ampe kế.

b) Mắc một vôn kế lý tưởng vào giữa hai điểm CD. Tìm số chỉ vôn kế.



Giải

a) Mắc một ampe kế lý tưởng vào giữa hai điểm CD. Điện trở R_2 mắc song song R_3:

$$\Rightarrow \quad R_{23} = \frac{R_2.R_3}{R_2 + R_3} = \frac{60.40}{60 + 40} = 24\Omega$$

Điện trở R_1 nối tiếp R_{23}.

$$\Rightarrow \quad R_{tm} = R_1 + R_{23} = 12 + 24 = 36\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính (R_1):

$$I = I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{tm}} = \frac{72}{36} = 2A$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C và B:

$$U_{CB} = I.R_{23} = 2.24 = 48V$$

Số chỉ ampe kế: $I_a = I_3 = \frac{U_{CB}}{R_3} = \frac{48}{40} = 1,2A$

b) Mắc một vôn kế lý tưởng vào giữa hai điểm CD. Điện trở R_1 nối tiếp R_2.

$$\Rightarrow \quad R' = R_1 + R_2 = 12 + 60 = 72\Omega$$

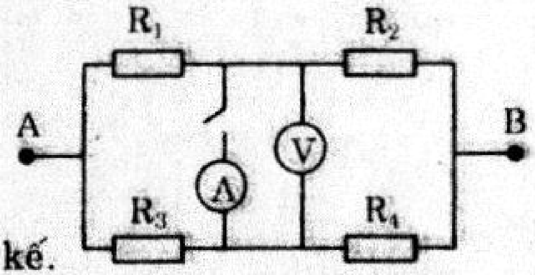
Cường độ dòng điện qua mạch chính (R_1):

$$I' = \frac{U_{AB}}{R'} = \frac{72}{72} = 1A$$

Số chỉ vôn kế:

$$U_v = U_2 = R_2.I = 60.1 = 60V$$

3.6. Cho mạch điện như hình, trong đó $R_a = 0$, R_v lớn vô cùng. Cho $R_1 = R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 18\Omega$. Hiệu điện thế $U_{AB} = 24V$



a) K ngắt tìm số chỉ ampe kế và vôn kế.

b) Nếu K đóng thì số chỉ ampe kế và vôn kế bằng bao nhiêu?

Giải

a) K ngắt ampe kế chỉ số 0.

* R_1 nối tiếp R_2.

Mà $R_1 = R_2 \Rightarrow U_{AC} = U_{CB} = \frac{U_{AB}}{2} = 12V$

* R_3 nối tiếp $R_4 \Rightarrow R_{34} = R_3 + R_4 = 30 + 18 = 48\Omega$

$$U_{AD} = I.R_3 = \frac{U_{AB}}{R_{34}}.R_3 = \frac{24.30}{48} = 15V$$

$$U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = -12 + 15 = 3V.$$

Vậy K ngắt vôn kế chỉ 3V.

b) K đóng vôn kế chỉ số 0.

* $R_1 // R_3 \Rightarrow R_{13} = \frac{R_1.R_3}{R_1 + R_3} = \frac{20.30}{20+30} = 12\Omega$

* $R_2 // R_4 \Rightarrow R_{24} = \frac{R_2.R_4}{R_2 + R_4} = \frac{20.18}{20+18} = 9,5\Omega$

R_{13} nt $R_{24} \Rightarrow R_{tm} = R_{13} + R_{24} = 12 + 9,5 = 21,5\Omega$

Cường độ dòng điện qua mạch.

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{tm}} = \frac{24}{21,5} = 1,12A$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, C:

$$U_{AC} = R_{13}.I = 12.1,12 = 13,4V$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C, B:

$$U_{CB} = U_{AB} - U_{AC} = 24 - 13,4 = 10,6V$$

Cường độ dòng điện qua R_1:

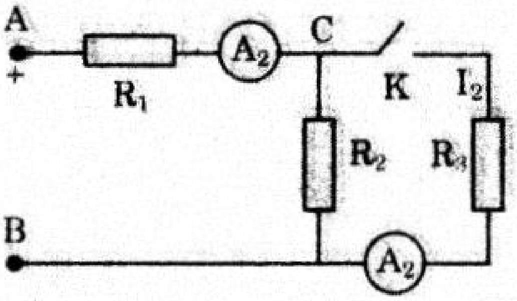
$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1} = \frac{13,4}{20} = 0,67A$$

Cường độ dòng điện qua R_2:

$$I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{10,6}{20} = 0,53A$$

Số chỉ ampe kế: $I_A = I_1 - I_2 = 0,67 - 0,53 = 0,14A$

3.7. Cho mạch điện như sơ đồ hình vẽ. Cho $R_1 = 3\Omega$; $U_{AB} = 6V$. Khi K mở A_1 chỉ 1,2A; K đóng A_2 chỉ 0,5A. Tính R_2, R_3.



Giải

a) K ngắt:

$$R_1 \text{ nt } R_2 \Rightarrow R_{tm} = R_1 + R_2 = \frac{U_{AB}}{I}$$

$$\Rightarrow \quad 3 + R_2 = \frac{6}{0,5} = 12 \Rightarrow R_2 = 9\Omega$$

b) K đóng:

* $R_2 // R_3$: $U_{CB} = R_2I_2 = R_3I_3 = R_3.0,5$

$$I_2 = \frac{0,5R_3}{R_2} = \frac{0,5R_3}{9} = \frac{R_3}{18}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = \frac{R_3}{18} + 0,5$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, C:

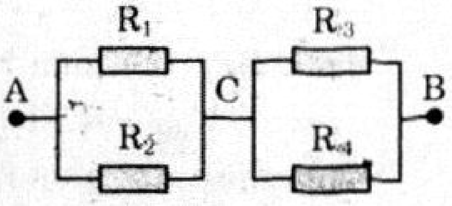
$$U_{AC} = R_1.I_1 = 3.(\frac{R_3}{18} + 0,5) = \frac{R_3}{6} + 1,5$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B:

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} \Rightarrow 6 = \frac{R_3}{6} + 1,5 + 0,5R_3$$

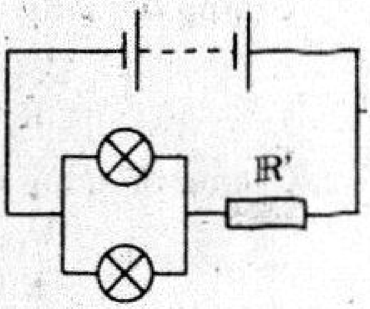
$$\Rightarrow 4,5.6 = 4R_3 \Rightarrow R_3 = 6,75\Omega$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM



3.8. Cho mạch điện như sơ đồ hình vẽ. Trong đó: $R_2 = R_3 = 8\Omega$; $R_1 = 4\Omega$; $R_4 = 16\Omega$; $U_{AB} = 24V$. Hiệu điện thế ở hai đầu điện trở R_4 bằng:

A. 12V B. 8V C. 18V D. 16V

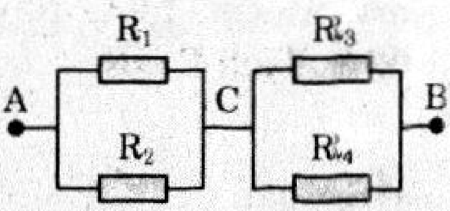


3.9. Mạch điện như sơ đồ hình ở bên, nguồn điện có suất điện động E = 12V, điện trở trong r = 0. Hai đèn cùng có hiện điện thế định mức 6V và điện trở R. Muốn cho hai đèn sáng bình thường thì điện trở R' phải có giá trị:

A. R/2 B. R C. 2R D. Bằng 0

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.8. Chọn đáp án: D. 16V



Hai điện trở mắc song song R_1 và R_2 có điện trở tương đương:

$$R_{AC} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4.8}{4 + 8} \cong 2,67\Omega$$

Hai điện trở mắc song song R_3 và R_4 có điện trở tương đương:

$$R_{CB} = \frac{R_3R_4}{R_3 + R_4} = \frac{8.16}{8 + 16} \cong 5,33\Omega$$

Hai điện trở R_{AC} và R_{CB} mắc nối tiếp, nên điện trở tương đương:

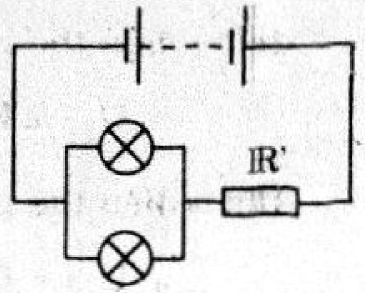
$$R_{AB} = R_{AC} + R_{CB} = 2,67 + 5,33 = 8\Omega$$

Cường độ dòng điện định mức qua mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{24}{8} = 3A$$

Hiệu điện thế hai đầu CB: $U_{CB} = R_{BC} I = 5,33.3 = 16V$

3.9. Chọn đáp án: A. R/2



Hai đèn sáng bình thường $U_d = 6V$.

Hiệu điện thế hai đầu điện trở R':

$$U' = U - U_d = 12 - 6 = 6V = U_d$$

$$\Rightarrow \quad R' = R_{2d} = R/2.$$

Bài 4. ĐIỆN NĂNG VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN. ĐỊNH LUẬT JUN - LENXƠ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Công và công suất của dòng điện ở một đoạn mạcho

a) *Công A của dòng điện:* (điện năng mà mạch điện tiêu thụ)

$$A = qU = UIt$$

Công của dòng điện sản ra trên đoạn mạch bằng tích của hiệu điện thế U giữa hai đầu đoạn mạch với cường độ dòng điện và thời gian dòng điện đi qua mạch.

b) *Công suất P của dòng điện:* (công suất tiêu thụ ở đoạn mạch)

$$P = \frac{A}{t} = U.I$$

Công suất của dòng điện là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của dòng điện và đo bằng tích số hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch với cường độ dòng điện trong mạch.

c) *Định luật Jun - Lenxơ:*

* Xây dựng bằng lí thuyết:

Áp dụng định luật Ohm cho đoạn mạch thuần điện trở:

$$Q = A_n = U.I.t = RI^2t$$

* *Phát biểu định luật:* Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn R có dòng điện I chạy qua tỉ lệ với điện trở R, với bình phương cường độ dòng điện I với thời gian t dòng điện qua mạch.

2. Công và công suất của nguồn điện

Công của nguồn điện bằng điện năng sản ra trong toàn mạch:

$$A = q.E = E.I.t$$

Công suất của nguồn điện: $P = \frac{A}{t} = E.I$

3. Công suất của các dụng cụ tiêu thụ điện

a) *Công suất của dụng cụ tỏa nhiệt*

$$P_n = \frac{A}{t} = RI^2t = \frac{U^2}{R}$$

b) *Suất phản điện của máy thu điện*

Suất phản điện $\mathscr{E}_p$ của máy thu điện được xác định bằng điện năng A' mà dụng cụ chuyển hóa thành dạng năng lượng khác không phải là nhiệt, khi có một đơn vị điện tích dương chuyển qua máy.

$$\mathscr{E}_p = \frac{A'}{q}$$

Trong trường hợp máy thu điện là nguồn điện đang được nạp điện, thì suất phản điện có trị số bằng suất điện động của nguồn lúc phát điện; dòng điện nạp đi vào cực dương của máy thu điện.

c) *Điện năng và công suất điện tiêu thụ của máy thu:*

* Điện năng A tiêu thụ của máy thu:

$$A = A' + Q' = \mathscr{E}_p.I.t + r_p.I^2t = U.I.t$$

* Hiệu điện thế đặt vào hai đầu máy thu: $U = E_p + r_p.I$

* Công suất của máy thu điện:

$$P = \frac{A}{t} = \mathscr{E}_p I + r_p I^2$$

d) *Hiệu suất của máy thu:*

$$H = 1 - \frac{r_p I}{U}$$

4. Đo công suất điện và điện năng tiêu thụ

a) Đo công suất điện bằng dụng cụ gọi là oát kế.

b) Đo điện năng tiêu thụ bằng dụng cụ gọi là công tơ điện.

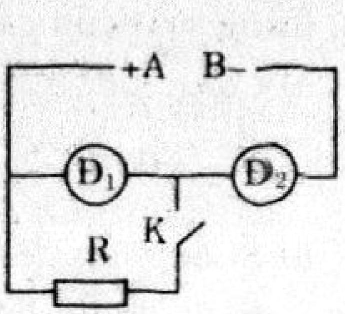
c) *Chú ý:*

* Cần phân biệt: Điện năng tiêu thụ $A = UIt$ với nhiệt lượng tỏa ra $Q = RI^2t$ ở một đoạn mạch

* Đơn vị đo điện năng tiêu thụ thường được tính bằng kilôoat giờ (kW.h).

1kW.h = 3 600 000J

II. BÀI TẬP MẪU



4.1. Cho R_1 và R_2 và một hiệu điện thế U không đổi. Khi mắc R_1 vào U thì công suất tỏa nhiệt trên R_1 là $P_1 = 225W$. Mắc nối tiếp R_1 với R_2 rồi mắc vào U thì công suất tỏa nhiệt trên R_1 là $P_2 = 81W$. Tìm R_1/R_2.

Giải

Công suất tỏa nhiệt trên R_1 trong trường hợp đầu: $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$ [1]

Công suất tỏa nhiệt trên R_1 trong trường hợp sau:

$$P_2 = R_1I_2^2 = \frac{R_1U^2}{(R_1+R_2)^2} \qquad [2]$$

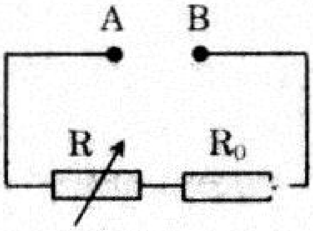
Từ [1] và [2], suy ra:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U^2}{R_1}\cdot\frac{(R_2+R_1)^2}{R_1U^2} = \frac{(R_2+R_1)^2}{R_1^2}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{(R_2+R_1)^2}{R_1^2} = \frac{225}{81} \Rightarrow \frac{R_2+R_1}{R_1} = \frac{15}{9} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow \quad R_1 = 1{,}5R_2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1{,}5$$

42. Cho mạch điện như hình vẽ: U = const. Khi khi biến trở R có giá trị $R_1 = 100\Omega$ hoặc $R_2 = 900\Omega$ thì công suất tỏa nhiệt trên các điện trở ấy bằng nhau. Tính R_0



Giải

Công suất tỏa nhiệt trên R_1 $P_1 = R_1I_1^2 = \frac{R_1U^2}{(R_1+R_0)^2}$ [1]

Công suất tỏa nhiệt trên R_2: $P_2 = R_2I_2^2 = \frac{R_2U^2}{(R_2+R_0)^2}$ [2]

Theo đầu bài: $P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{R_1}{(R_0+R_1)^2} = \frac{R_2}{(R_0+R_2)^2}$

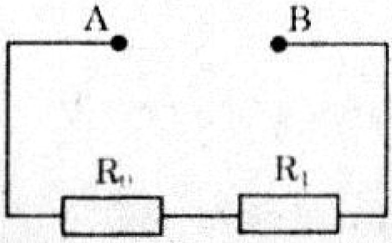
$$\Rightarrow \quad R_1(R_0+R_2)^2 = R_1(R_0+R_2)^2$$

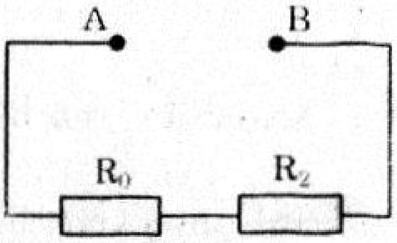
$$\Rightarrow \quad R_1(R_0^2 + 2R_0R_2 + R_2^2) = R_2(R_0^2 + 2R_0R_1 + R_1^2)$$

$$\Rightarrow \quad R_1R_0^2 + R_1R_2^2 = R_2R_0^2 + R_2R_1^2$$

$$\Rightarrow \quad R_0^2 = R_1R_2 = 100.900 = 90000 \Rightarrow R_0 = 300\Omega$$

43. Cho hai mạch điện như hình. Lần lượt đặt vào các mạch đó cùng một hiệu điện thế U thì thấy công suất tỏa nhiệt trên R_1 và trên R_2 bằng nhau. Chứng minh rằng các giá trị của các điện trở R_0, R_1, R_2 thỏa mãn hệ thức: $R_1R_2 = R_0^2$.





Giải

Công suất tỏa nhiệt trên R₁ $P_1 = R_1I_1^2 = \dfrac{R_1U^2}{(R_1 + R_0)^2}$ [1]

Công suất tỏa nhiệt trên R₂: $P_2 = R_2I_2^2 = \dfrac{R_2U^2}{(R_2 + R_0)^2}$ [2]

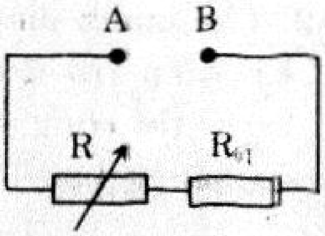
Theo đầu bài: $P_1 = P_2 \Rightarrow \dfrac{R_1}{(R_0 + R_1)^2} = \dfrac{R_2}{(R_0 + R_2)^2}$

$$\Rightarrow \quad R_1(R_0 + R_2)^2 = R_1(R_0 + R_2)^2$$

$$\Rightarrow \quad R_1\,(R_0^2 + 2R_0R_2 + R_2^2) = R_2\,(R_0^2 + 2R_0R_1 + R_1^2)$$

$$\Rightarrow \quad R_1R_0^2 + R_1R_2^2 = R_2R_0^2 + R_2R_1^2 \Rightarrow R_0^2 = R_1R_2$$

4.4. Cho mạch điện như hình vẽ: U = 160V; R₀ = 10Ω khi này công suất tiêu thụ của R là P₂ = 480W. Tính I qua R và giá trị của R. Biết R chịu được dòng điện không quá 10A.



Giải

Công suất toả nhiệt trên R

$$P_2 = U_2.I = (U - R_0I)I = UI - R_0I^2$$

$$\Rightarrow \quad 480 = 160I - 10I^2$$

$$\Rightarrow \quad I^2 - 16I + 48 = 0$$

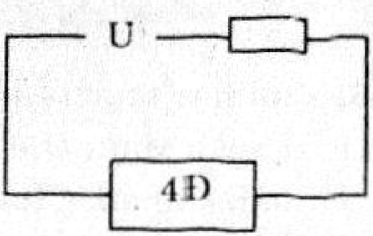
$$\Delta' = 8^2 - 48 = 16$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} I = 8 - 4 = 4A < 10A \text{ (nhận)} \\ I = 8 + 4 = 12A > 10A \text{ (loại)} \end{array}\right.$$

Điện trở R cần tìm: $U = (R_0 + R)I \Rightarrow 160 = (10 + R)4$

$$\Rightarrow R = 30\Omega$$

4.5. Cho mạch điện như hình vẽ: U = 120V; r = 1,25Ω; 4 bóng đèn giống nhau mỗi bóng có công suất P = 115W. Biết các đèn sáng bình thường. Vậy các đèn phải mắc thế nào? Tính hiệu điện thế và cường độ định mức của mỗi đèn.



Giải

Công suất tiêu thụ của 4 đèn khi sáng bình thường:

$$P = 4.115 = 460W$$

Gọi I là cường độ dòng điện qua mạch.

Hiệu điện thế hai đầu điện trở R của mỗi bóng đèn:

$$U_đ = U - rI = 120 - 1,25I$$

Công suất tiêu thụ trên 4 bóng đèn:

$$P = U_đ I = (120 - 1,25I)I = 460$$

$$\Rightarrow \quad I^2 - 96I + 368 = 0 \qquad (1)$$

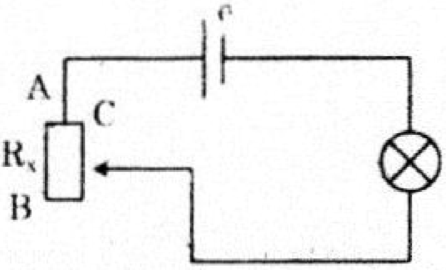
$$\Delta = 48^2 - 368 = 1936 = 44^2$$

Vì phương trình (1) có nghiệm số là:

$I_1 = 4A \Rightarrow R = 115\ \Omega$ nhận kết quả này.

Hoặc $I_2 = 92\ A \Rightarrow R = 0,22\ \Omega < r$ loại kết quả này.

4.6. Người ta mắc biến trở AB làm bằng dây dẫn đồng chất tiết diện đều, có R = 10Ω. Nguồn có E = 4,5V. Đèn Đ thuộc loại 3V – 1,5W. Cho biết khi dịch chuyển con chạy C của biến trở AB tới vị trí cách đầu A một đoạn bằng 1/4AB thì đèn sáng bình thường.



a) Tính r của nguồn.

b) Công suất tỏa nhiệt trên biến trở AB và công suất nguồn cung cấp cho mạch ngoài.

Giải

a) Điện trở đoạn AC của biến trở:

$$R_{AC} = R_{\frac{AC}{AB}} = \frac{R}{4} = \frac{10}{4} = 2,5\Omega$$

Cường độ dòng điện định mức của đèn:

$$I_đ = \frac{P_đ}{U_đ} = \frac{1,5}{3} = 0,5A$$

Điện trở của đèn: $R_đ = \frac{U_đ}{I_đ} = \frac{3}{0,5} = 6\Omega$

Để đèn sáng bình thường: $I = I_đ = 0,5A$

Định luật Ôm: $U = (R_{AC} + R_đ + r).I$

$$\Rightarrow \quad 4,5 = (2,5 + 6 + r).0,5 \Rightarrow r = 0,5\Omega$$

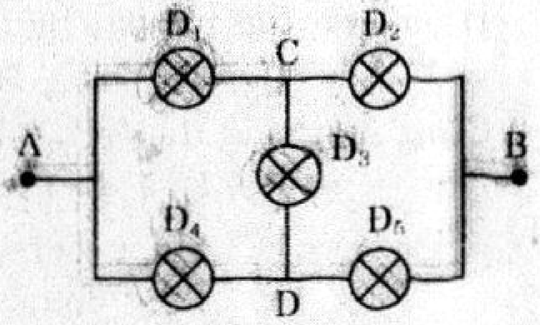
b) Công suất tỏa nhiệt trên biến trở AB:

$$P = R_{AC} I^2 = 2,5.(0,5)^2 = 0,625W$$

Công suất nguồn cung cấp cho mạch ngoài:

$$P' = P + P_đ = 0,625 + 1,5 = 2,125W$$

4.7. Cho mạch điện. Biết các đèn Đ$_1$: 12V – 12W; Đ$_2$: 24V – 36W; Đ$_3$: 3W. Khi mắc hai điểm A, B vào một hiệu điện thế U thì các đèn sáng bình thường. Hãy xác định:



a) Hiệu điện thế định mức của các đèn Đ$_3$, Đ$_4$, Đ$_5$.

b) Công suất tiêu thụ của cả mạch, biết tỉ số công suất định mức hai đèn Đ$_4$, Đ$_5$ là 3/5.

Giải

a) Cường độ dòng điện định mức của đèn:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{12}{12} = 1A; I_2 = 1,5A$$

Do $I_2 > I_1$ nên dòng điện I_3 qua R_3 của đèn 3 đi từ B đến C.

Xét tại C:

$$I_2 = I_1 + I_3 \Rightarrow 1,5 = 1 + I_3 \Rightarrow I_3 = 0,5A$$

$$U_3 = U_{DC} = \frac{P_3}{I_3} = \frac{3}{0,5} = 6V$$

Hiệu điện thế hai đầu đèn 4:

$$U_{AD} = U_{AC} + U_{CD} = 12 - 6 = 6V$$

Hiệu điện thế hai đầu đèn 5:

$$U_{DB} = U_{DC} + U_{CB} = 6 + 24 = 30V$$

Xét tại D:

$$I_4 = I_3 + I_5 = 0,5 + I_5$$

Công suất đèn Đ$_4$: $P_4 = U_4I_4 = 6(0,5 + I_5)$

Công suất đèn Đ$_5$: $P_5 = U_5I_5 = 30 I_5$

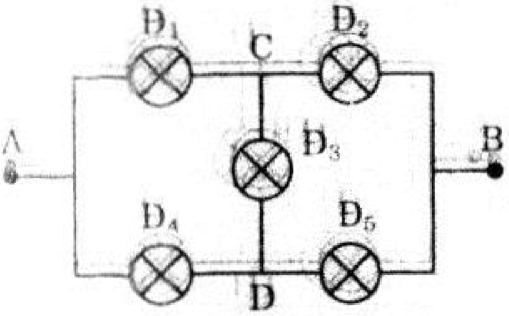
Đề bài: $P_4 = \frac{3}{5}P_5 \Rightarrow 5.6(0.5 + I_5) = 3.30.I_5$

$$\Rightarrow 15 = 60I_5 \Rightarrow I_5 = 0,25A$$

$$\Rightarrow P_5 = 30.0,25 = 7,5W$$

$$P_4 = 3 + 6.0,25 = 4,5W$$

4.8. Hai điện trở $R = 4\Omega$ và r mắc nối tiếp vào hai đầu hiệu điện thế $U = 24V$. Khi thay đổi giá trị của r thì công suất tỏa nhiệt trên r thay đổi và đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó .



Giải

➤ *Cách 1:*

Cường độ dòng điện qua R:

$$I = \frac{U}{R + r} = \frac{24}{4 + r}$$

Công suất tỏa nhiệt trên R:

$$P = rI^2 = \frac{r.24^2}{(4 + r)^2} = \frac{r.576}{16 + 8r + r^2} = \frac{576}{r + \frac{16}{r} + 8} \quad (1)$$

Dựa vào bất đẳng thức Côsi:

$$r + \frac{16}{r} > 2\sqrt{r.(16/r)} = 8$$

Khi mẫu số của phân số tính công suất P cực tiểu thì P cực đại:

$$P_{Max} = 576/(8 + 8) = 36W$$

Từ (1) có thể suy ra:

$$r^2 + (8 - 576/P)\,r + 16 = 0 \quad (2)$$

$$\Delta = (8 - 576/P)^2 - 64$$

Vì phương trình (2) luôn có nghiệm số nên $\Delta \geq 0$

$$\Rightarrow \quad 576/P > 16 \;>\; P < 36 \;>\; P_{max} = 36W$$

➤ *Cách 2:*

Gọi I là cường độ dòng điện qua mạch.

Hiệu điện thế hai đầu r:

$$U_r = U - RI = 24 - 4I$$

Công suất tiêu thụ trên r:

$$P = U.I = (24 - 4I)\,I$$

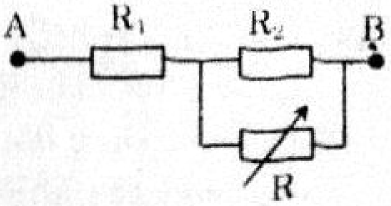
$$\Rightarrow 4I^2 - 24I + P = 0 \quad (3)$$

$$\Delta = 24^2 - 4P$$

Vì phương trình (3) luôn có nghiệm số nên $\Delta \geq 0$

$$\Rightarrow \quad 24^2 - 4P > 0 \;>\; P < 36 \;>\; P_{max} = 36W$$

4.9. Cho mạch điện như hình. Biết: $U_{AB} = 15V$, $R_1 = R_2 = 1\Omega$. Thay đổi R để công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất. Tính R và công suất đó.



Giải

$$R_2 // R_x \Rightarrow R_{CB} = \frac{R_2R}{R_2 + R} = \frac{R}{1 + R}$$

$$R_1 \text{ nt } R_{CB} \Rightarrow R_{tm} = R_1 + R_{CB} = 1 + \frac{R}{R+1} = \frac{2R+1}{R+1}$$

Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{tm}} = \frac{15(R+1)}{2R+1}$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C, B:

$$U_{CB} = R_{CB}.I = \frac{R}{R+1} \cdot \frac{15(R+1)}{(2R+1)} = \frac{15R}{2R+1}$$

Công suất tỏa nhiệt trên điện trở R:

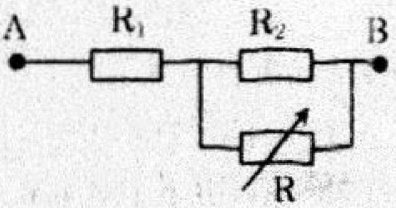
$$P = \frac{U_{CB}^2}{R} = \frac{225R^2}{R(2R+1)^2} = \frac{225R}{(4R^2+4R+1)} = \frac{225}{(4R + \frac{1}{R} + 4)}$$

Bất đẳng thức Côsi

$$4R + \frac{1}{R} \geq 2\sqrt{4R.\frac{1}{R}} = 4 \Rightarrow P \leq \frac{225}{4+4} = 28,125W$$

$$P_{max} = 28,125W \Leftrightarrow 4R = \frac{1}{R} \Rightarrow R = 0,5\Omega$$

4.10. Cho mạch điện như hình. $U = 12V$, $R_1 = 16\Omega$. Thay đổi R_x thì công suất tỏa nhiệt cực đại trên R_x là $P_{max} = 2W$. Tìm R_2.



Giải

$$R_2 // R_x \Rightarrow R_{CB} = \frac{R_2R_x}{R_2 + R_x}$$

R_1 nt R_{CB}

$$\Rightarrow \quad R_{tm} = R_1 + R_{CB} = 16 + \frac{R_2R_x}{R_2 + R_x} = \frac{16(R_2 + R_x) + R_2R_x}{R_2 + R_x}$$

Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{tm}} = \frac{12(R_2 + R_x)}{16(R_2 + R_x) + R_2R_x}$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C, B:

$$U_{CB} = R_{CB}.I = \frac{R_2R_x}{R_2 + R_x} . \frac{12(R_2 + R_x)}{16(R_2 + R_x) + R_2R_x}$$

$$\Rightarrow \quad U_{CB} = \frac{12R_2R_x}{16(R_2 + R_x) + R_2R_x}$$

Công suất tỏa nhiệt trên điện trở R:

$$P = \frac{U_{CB}^2}{R} = \frac{12^2R_2^2R_x}{(R_x(16 + R_2) + 16R_2)^2}$$

$$P = \frac{(12R_x)^2}{R_x(16 + R_2)^2 + \frac{(16R_2)^2}{R_x} + 32R_2(16 + R_2)}$$

Bất đẳng thức Côsi:

$$R_x(16 + R_2)^2 + \frac{(16R_2)^2}{R_x} < 2\sqrt{R_x(16 + R_2)^2\frac{(16R_2)^2}{R_x}}$$

$$= 32R_2(16 + R_2)$$

$$P \le \frac{(12R_2)^2}{64R_2(16 + R_2)} = \frac{2,25R_2}{(16 + R_2)}$$

$$\Rightarrow \quad P_{Max} = \frac{2,25R_2}{(16 + R_2)} = 2 \Rightarrow R_2 = 128\Omega$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.11. Nếu dùng hiệu điện thế U = 6V để nạp điện cho acquy có điện trở r = 0,5Ω. Ampe kế chỉ 2A. Acquy được nạp điện trong 1h. Điện năng đã chuyển thành hóa năng trong acquy:

A. 12J B. 43200J C. 7200J D. 36000J

4.12. Cho R_1 và R_2 và một hiệu điện thế U không đổi. Khi mắc R_1 vào U thì công suất tỏa nhiệt trên R_1 là P_1 = 100W. Mắc nối tiếp R_1 với R_2 rồi mắc vào U thì công suất tỏa nhiệt trên R_1 là P_2 = 64W. Tìm tỉ số R_1/R_2.

A. 0,25 B. 4 C. 2 D. 0,5

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.11. Chọn đáp án: D. 36000J

- ➢ Điện năng mà acquy tiêu thụ:

$$A = UIt = 6.2.1 = 12\ Wh = 43200J$$

- ➢ Nhiệt lượng mà acquy tỏa ra:

$$Q = rI^2t = 0{,}5.2^2.1 = 2\ Wh = 7200J$$

- ➢ Điện năng đã chuyển thành hoá năng trong acquy:

$$A' = A - Q = 12 - 2 = 10\ Wh = 36000J$$

4.12. Chọn đáp án: B. 4

Công suất tỏa nhiệt trên R_1 trong trường hợp đầu: $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$ [1]

Công suất tỏa nhiệt trên R_1 trong trường hợp sau:

$$P_2 = R_1I_2^2 = \frac{R_1U^2}{(R_1 + R_2)^2} \qquad [2]$$

Từ [1] và [2], suy ra:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U^2}{R_1}.\frac{(R_2 + R_1)^2}{R_1U^2} = \frac{(R_2 + R_1)^2}{R_1^2}$$

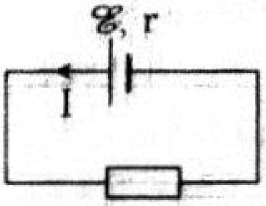
$$\Rightarrow \quad \frac{(R_2 + R_1)^2}{R_1^2} = \frac{100}{64} \rightarrow \frac{R_2 + R_1}{R_1} = \frac{10}{8}$$

$$\Rightarrow \quad R_1 = 4R_2 \rightarrow R_1/R_2 = 4.$$

Bài 5. ĐỊNH LUẬT ÔM TOÀN MẠCH

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định luật Ôm toàn mạch đối với mạch ngoài có điện trở R



Gọi I là cường độ dòng điện trong mạch, do nguồn phát ra chạy từ A đến B ở mạch ngoài. Trong khoảng thời gian t:

– Công của nguồn điện sản ra:

$$A = \mathscr{E}.I.t$$

– Năng lượng tiêu thụ do hiệu ứng Jun ở bên trong nguồn và ở điện trở R: $Q = (r + R).I^2.t$

– Định luật bảo toàn năng lượng:

$$A = Q \Rightarrow \mathscr{E}.I.t = (r + R).I^2.t$$

$$\Rightarrow \mathscr{E} = (r + R).I$$

♦ *Kết luận 1:* Suất điện động ($\mathscr{E} = E$) của nguồn điện có giá trị bằng tổng độ giảm thế ở mạch ngoài và mạch trong.

♦ *Kết luận 2:* Cường độ dòng điện I trong mạch tỉ lệ thuận với suất điện động E của nguồn điện và tỉ lệ nghịch với điện trở tổng cộng (r + R) của mạch

$$I = \frac{E}{r + R}$$

♦ *Kết luận 3:* Hiệu điện thế hai đầu nguồn phát bằng suất điện động của nguồn đó trừ độ giảm thế mạch trong.

$$U_{AB} = E - I.r$$

2. Hiện tượng đoản mạch (R ≈ 0)

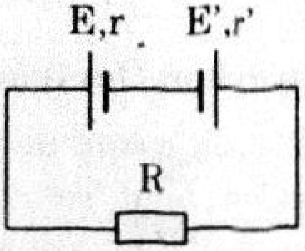
$$I = \frac{E}{r}$$

Nếu điện trở trong của nguồn là bé thì cường độ dòng điện I rất lớn, nguy hiểm. Để tránh hiện tượng đoản mạch xảy ra đối với mạng điện ở gia đình người ta dùng cầu chì hoặc atômat bảo vệ.

3. Định luật Ôm đối với mạch ngoài có máy thu điện và điện trở R

Giả sử trong toàn mạch có cả máy phát (E, r) và máy thu (acqui cần nạp điện chẳng hạn) mắc nối tiếp với điện trở R. Máy thu có suất phản điện E' và điện trở r'. Dòng điện I đi vào cực dương của máy thu.

- Công của nguồn điện sản ra: $A = E.I.t$
- Nhiệt lượng Q tỏa ra ở các điện trở R và r:



$$Q = (R + r)\,I^2.t$$

- Điện năng tiêu thụ ở máy thu:

$$A = E'.I.t + r'.I^2.t$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$E.I.t = (r.I^2.t + RI^2.t) + E'.I.t + r'.I^2.t)$$

Từ đó suy ra: $E - E' = (r + r' + R).\,I$

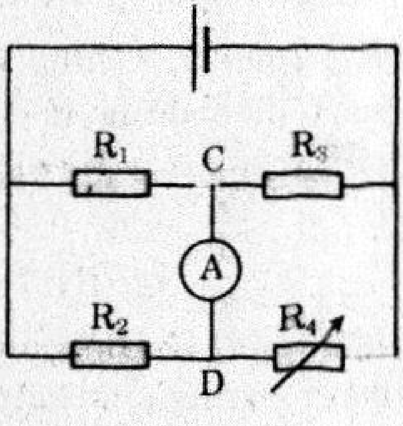
$$\Rightarrow \quad I = \frac{E - E'}{(r + r' + R)}$$

4. Hiệu suất của nguồn

$$H = \frac{A_i}{A} = \frac{U}{E}(\%)$$

Với: A_i là công có ích (công mà nguồn điện cung cấp cho mạch ngoài).

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN



5.1. Khi nối điện trở $R_1 = 29\Omega$ vào hai đầu nguồn điện thì hiệu điện thế hai đầu nguồn điện là $U_1 = 29V$, thay bằng điện trở $R_2 = 14\Omega$ thì cường độ dòng điện qua mạch là $I_2 = 2A$. Tính suất điện động E và điện trở trong của nguồn điện.

Giải

Cường độ dòng điện qua nguồn trường hợp đầu:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{29}{29} = 1A$$

Áp dụng định luật Ôm toàn mạch cho trường hợp đầu:

$$E = U_1 + I_1 r = 29 + r \qquad (1)$$

Áp dụng định luật Ôm toàn mạch cho trường hợp sau:

$$E = I_2(R_2 + r) = 2(14 + r) = 28 + 2r \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: $E = 30V; r = 1\Omega$

5.2. Xác định suất điện động và điện trở trong của acquy biết:

* Khi cường độ dòng điện bằng 4A thì công suất mạch ngoài là 7,2W.

* Khi cường độ dòng điện bằng 6A thì công suất mạch ngoài là 9,6W.

Giải

Hiệu điện thế hai đầu nguồn điện trong trường hợp đầu:

$$U_1 = \frac{P_1}{I_1} = \frac{7,2}{4} = 1,8V$$

Mà: $E = U_1 + I_1r = 1,8 + 4r$ (1)

Hiệu điện thế hai đầu nguồn điện trong trường hợp sau:

$$U_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{9,6}{6} = 1,6V$$

$$E = U_2 + I_2r = 1,6 + 6r \quad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: $E = 2,2V; r = 0,1\Omega$

5.3. Để xác định suất điện động của một acquy, người ta mắc nối tiếp nó với một pin mẫu suất điện động $E_0 = 2V$. Mạch ngoài là một điện trở R và một ampe kế chỉ dòng điện $I_1 = 0,28A$. Sau đó trao đổi các cực của pin mẫu E_0 thì ampe kế chỉ $I_2 = 0,08A$. Tính suất điện động E.

Giải

Xét trường hợp đầu $I_1 > I_2$ nên hai nguồn mắc nối tiếp:

$$E + E' = I_1(r_1 + r_2 + R)$$

$$\Rightarrow \quad 12 + E' = 1R'(1) \text{ Với: } R' = r_1 + r_2 + R$$

Xét trường hợp sau hai nguồn mắc đối xứng:

$$E - E' = I_2 R'$$

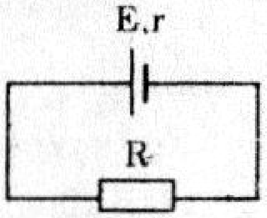
$$\Rightarrow \quad 12 - E' = \frac{1}{3}R'(2) \quad \text{Với: } R' = r_1 + r_2 + R$$

Từ (1) và (2), suy ra: $E' = 6V; R' = 18\Omega$

Ta không xét trường hợp $E' > E$ vì khi đó pin sẽ bị hỏng và rất nguy hiểm.

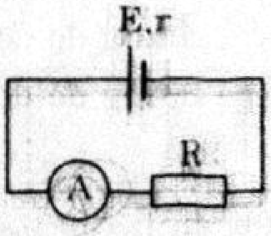
II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

54. Cho mạch điện như hình. Biết: $r = 4\Omega$; $R = 20\Omega$. Cường độ dòng điện qua nguồn 0,5A. Suất điện động của nguồn:



A. 12V B. 10V C. 2V D. 24V

5.5. Cho mạch điện như hình. Biết: $r = 2\Omega$; $R = 13\Omega$; $R_A = 1\Omega$. Số chỉ ampe kế là 0,75A. Suất điện động của nguồn:



A. 21,3V B. 10,5V

C. 12V D. 11,25V

IV.HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.4. Chọn đáp án: A. 12V

Suất điện động của nguồn:

$$E = I(r + R) = 0,5(4 + 20) = 12V.$$

5.5. Chọn đáp án: C. 12V

Suất điện động của nguồn:

$$E = I(r + R + R_A) = 0,75(2 + 13 + 1) = 12V.$$

Bài 6. ĐỊNH LUẬT ÔM VỚI CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH

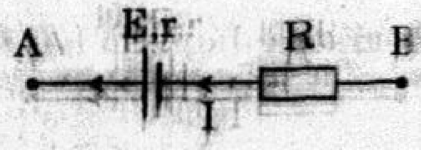
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định luật Ôm đối với đoạn mạch chứa nguồn điện E và điện trở R nối tiếp

$$U_{AB} = V_A - V_B = E - I\,(r + R) \text{ hay } I = \frac{E - U_{AB}}{r + R}$$

➤ ***Chú ý:***

* Trường hợp $R = 0$ công thức trên trùng với công thức ở bài 5 chương 2.



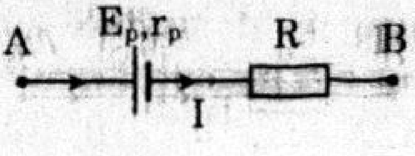
* Ở công thức trên dòng điện chạy qua nguồn điện từ cực âm sang cực dương và $V_A > V_B$.

2. Định luật Ôm đối với đoạn mạch chứa máy thu điện E' và điện trở R nối tiếp

$$U_{AB} = V_A - V_B = E' + I\,(r' + R) \text{ hay } I = \frac{U_{AB} - E'}{r' + R}$$

➤ ***Chú ý:***

* Trường hợp $R = 0$ công thức trên trùng với công thức ở bài 4 chương 2.



* Ở công thức trên dòng điện đi vào cực dương của máy thu và $V_A > V_B$.

3. Công thức tổng quát của định luật Ôm đối với các loại đoạn mạch

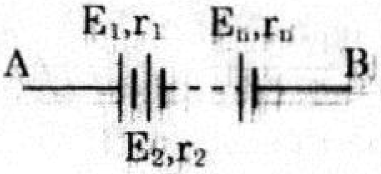
$$U_{AB} = V_A - V_B = (r + R)\,I_{AB} - E \text{ hay } I = \frac{U_{AB} + E}{r + R}$$

Chú ý: E là đại lượng đại số. E nhận giá trị dương khi dòng điện I_{AB} chạy qua pin (acquy) từ cực âm đến cực dương, khi đó pin (acquy) đóng vai trò nguồn điện, và nhận giá trị âm khi dòng điện I_{AB} chạy qua pin (acquy) từ cực dương đến cực âm, khi đó acquy đóng vai trò máy thu điện.

4. Mắc nguồn điện thành bộ

a) Mắc nối tiếp:

Các nguồn điện $E_1, E_2, \ldots\ldots E_n$ mắc nối tiếp với nhau khi cực âm của nguồn E_1 nối với cực dương của nguồn E_2. Đầu A là cực dương, còn đầu B là cực âm của bộ.



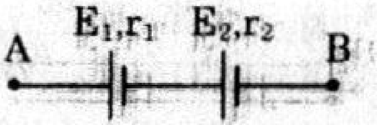
$$E_b = E_1 + E_2 + \ldots + E_n$$

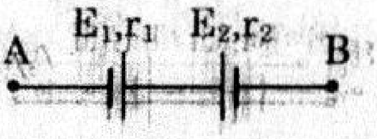
$$r_b = r_1 + r_2 + \ldots + r_n$$

Nếu các nguồn điện giống nhau:

$$E_b = nE,\ r_b = n.r$$

b) Mắc xung đối:





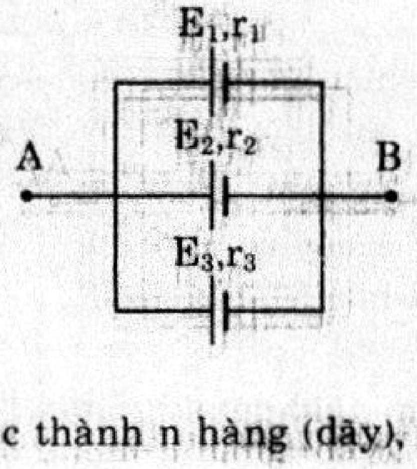
$$E_b = E_1 - E_2$$

Điện trở trong của bộ nguồn:

$$r_b = r_1 + r_2$$

c) Mắc song song:

Giả sử có m nguồn điện mắc song song, các cực cùng tên được nối với nhau vào cùng một điểm. A là cực dương B là cực âm của bộ nguồn.



$$E_b = E;\ r_b = \frac{r}{n}$$

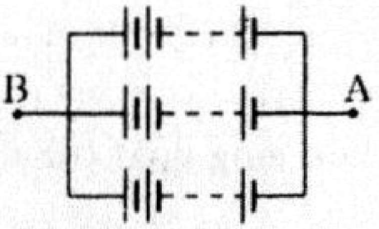
d) Mắc kiểu hỗn hợp đối xứng:

Có N nguồn điện giống nhau được mắc thành n hàng (dãy), mỗi hàng có m nguồn nối tiếp.

$E_b = m.E$

$r_b = \dfrac{mr}{n}$

$N = n.m$



5. Trong trường hợp tổng quát đoạn mạch AB có thể chứa nhiều nguồn điện, máy thu điện và điện trở, ta có công thức tổng quát

$$U_{AB} = I_{AB}.R_{AB} - E_b$$

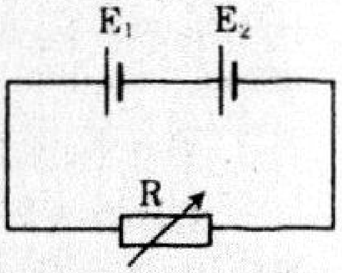
➤ *Qui ước:*

* $I_{AB} = I > 0$ dòng điện trên mạch chạy từ A đến B.

* E_b lấy dấu như qui ước ở phần 3.

* R_{AB} là điện trở tổng cộng trong mạch AB.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN



6.1. Cho mạch điện như hình. Biết: $E_1 = 12V$, $r_1 = 2\ \Omega$; $E_2 = 6V$; $r_2 = 1\Omega$.

a) Xác định R để cường độ dòng điện là 1,2A.

b) Tính điện năng tiêu thụ và nhiệt lượng tỏa ra ở acquy (E_2, r_2) trong 1h. Giải thích sự chênh lệch giữa hai số liệu thu được.

Giải

a) Do $E_1 > E_2$ nên E_1 là nguồn phát.

Định luật Ôm: $E_1 - E_2 = I(R + r_1 + r_2)$

$\Rightarrow \quad 12 - 6 = 1,2(R + 2 + 1) \Rightarrow R = 2\Omega$

b) Hiệu điện thế hai đầu nguồn thu:

$$U_t = E_2 + Ir_2 = 6 + 1,2 = 7,2V$$

Điện năng tiêu thụ ở acquy:

$$A = U_t.I.t = 7,2.1,2.1 = 8,64Wh$$

Nhiệt lượng tỏa ra ở acquy:

$$Q = R_2.I^2.t = 1.1,2^2.1 = 1,44Wh$$

6.2. Dùng một nguồn điện có $E_1 = 2.2V$, $r_1 = 0,1\Omega$ để nạp điện cho một acquy có $E_2 = 2V$; $r_2 = r_1$. Tính công suất của nguồn E_1, công suất hữu ích của acquy; hiệu suất nạp điện.

Giải

Cường độ dòng điện: $I = \dfrac{E_1 - E_2}{r_1 + r_2} = \dfrac{2,2 - 2}{0,1 + 0,1} = 1A$

Công suất nguồn E_1: $P_1 = E_1.I = 2,2.1 = 2,2W$

Công suất cung cấp cho mạch ngoài:

$$P_n = P_1 - r_1I^2 = 2,2 - 0,1.1^2 = 2,1W$$

Công suất nạp điện của acqui:

$$P_i = P_1 - (r_1 + r).I^2 = 2W$$

Hiệu suất nạp điện: $H = \frac{P_i}{P_1} = \frac{2}{2,2} = 0,9$

6.3. Một máy phát điện cung cấp điện cho một động cơ. Suất điện động và điện trở trong máy là $E = 25V$, $r = 1\ \Omega$. Cường độ dòng điện qua động cơ là $I = 2A$, điện trở động cơ $R = 1,5\ \Omega$. Hãy tính:

a) Công suất của nguồn điện và hiệu suất của nó.

b) Công suất điện tiêu thụ toàn phần và công suất cơ học của động cơ điện. Hiệu suất của động cơ.

c) Giả sử động cơ bị kẹt không quay được, cường độ dòng điện qua mạch là bao nhiêu?

Giải

Công suất điện của động cơ:

$$P = U.I = 9.0,75 = 6,75W$$

Công suất tỏa nhiệt của nguồn điện:

$$P = R.I^2 = 2.(0,75)^2 = 1,125W$$

Công suất cơ học:

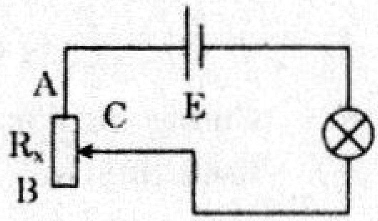
$$P_c = P - P_{nh}(r_1 + r).I^2 = 6,75 - 1,125 = 5,625W$$

Hiệu suất của nó: $H = \frac{P_c}{P} = \frac{5,625}{6,75} = 0,83 = 83\%$

Động cơ bị kẹt không quay được thì cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I' = \frac{E}{r + R} = \frac{25}{1 + 1,5} = 10A = 5I$$

6.4. 1. Người ta mắc biến trở AB làm bằng dây dẫn đồng chất tiết diện đều, có $R = 10\Omega$. Nguồn có $E = 4,5V$. Đèn Đ thuộc loại 3V – 1,5W. Cho biết khi dịch chuyển con chạy C của biến trở AB tới vị trí cách đầu A một đoạn bằng AB/4 thì đèn sáng bình thường.



a) Tính r của nguồn

b) Công suất tỏa nhiệt trên biến trở AB và công suất nguồn cung cấp cho mạch ngoài.

2. Giữ nguyên vị trí con chạy C và nối hai đầu của biến trở AB bằng một dây dẫn có điện trở bằng không.

a) Xác định I qua đèn Đ. Trong trường hợp này độ sáng của Đ thế nào?

b) Muốn đèn Đ sáng bình thường, ta phải dịch chuyển con chạy C tới vị trí nào trên biến trở AB.

Giải

1. a) Giá trị biến trở: $R_{AC} = \frac{R}{4} = \frac{10}{4} = 2{,}5\Omega$

Cường độ định mức của đèn: $I_đ = \frac{P_đ}{U_đ} = \frac{1{,}5}{3} = 0{,}5A$

Đèn sáng bình thường: $I_r = I_đ = 0{,}5A$

Điện trở đèn: $R_đ = \frac{U_đ}{I_đ} = \frac{3}{0{,}5} = 6\Omega$

Định luật Ôm: $E = I(r + R_đ + R_{AC})$

$\Rightarrow \quad 4{,}5 = 0{,}5(r + 6 + 2{,}5) \Rightarrow r = 0{,}5\Omega$

b) Công suất tỏa nhiệt trên biến trở:

$$P_b = R_{AC}.I^2 = 2{,}5.(0{,}5)^2 = 0{,}625W$$

Công suất tỏa nhiệt của nguồn điện:

$$P_n = U_n.I = P_b + P_đ = 0{,}625 + 1{,}5 = 2{,}125W$$

2. a) Giá trị biến trở:

$$R_x = \frac{R_{AC}.R_{CB}}{R_{AC} + R_{CB}} = \frac{2{,}5.7{,}5}{2{,}5 + 7{,}2} = 1{,}875\Omega$$

Định luật Ôm: $E = I'(r + R_đ + R_x)$

$\Rightarrow \quad 4{,}5 = I'(0{,}5 + 6 + 1{,}875) \Rightarrow I = 0{,}54A$

Cường độ dòng điện qua đèn I = 0,54A. Vậy đèn sáng hơn mức bình thường.

b) Muốn đèn Đ sáng bình thường, ta phải dịch chuyển con chạy C tới vị trí sao cho $R_x = 2{,}5\Omega$ bằng giá trị biến trở ở câu 1. Dễ nhận thấy con chạy C ở vị trí chính giữa trên biến trở AB, khi đó $R_{AC} = R_{CB} = 5\Omega$. Điện trở toàn biến trở $R_x = 2{,}5\Omega$.

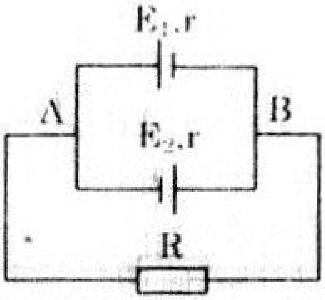
6.5. Hai nguồn điện mắc song song. Nguồn I có $E_1 = 18V$, $r_1 = 1,5\Omega$; Nguồn II có $E_2 = 12V$; $r_2 = 1,2\Omega$. Mạch ngoài có R.

a) Cho $R = 36\Omega$. Tính cường độ dòng điện qua E_1, E_2 và cường độ dòng điện toàn mạch.

b) R như thế nào thì nguồn E_2 đóng vai trò nguồn phát.

c) R như thế nào thì nguồn E_2 đóng vai trò máy thu điện.

d) R như thế nào thì không có dòng điện qua nguồn E_2.



Giải

Gọi I_1, I_2, I lần lượt là cường độ dòng điện qua nguồn E_1, E_2 và qua điện trở mạch ngoài.

Định luật nút tại A: $I = I_1 + I_2$ (1)

Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa nguồn E_1:

$$U_{AB} = E_1 - I_1 r_1 \Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{r_1} \qquad (2)$$

Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa nguồn E_2:

$$U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \Rightarrow I_2 = \frac{E_2 - U_{AB}}{r_2} \qquad (3)$$

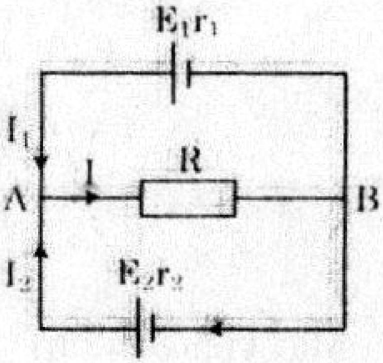
Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa R:

$$U_{AB} = IR \Rightarrow I = \frac{U_{AB}}{R} \qquad (4)$$

Thay (2), (3) và (4) vào (1), suy ra:

$$\frac{U_{AB}}{R} = \frac{E_1}{r_1} - \frac{U_{AB}}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} - \frac{U_{AB}}{r_2}$$

$$\Rightarrow U_{AB}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2}$$



a) Thay số:

$$U_{AB}\left(\frac{1}{36} + \frac{1}{1,5} + \frac{1}{1,2}\right) = \frac{18}{1,5} + \frac{12}{1,2} \Rightarrow U_{AB} = \frac{22.108}{165} = 14,4V$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{18 - 14,4}{1,5} = 2,4A\ ;\ I_2 = \frac{12 - 14,4}{1,2} = 2,0A$$

$$I = 2,4 - 2 = 0,4A$$

Dòng điện I_2 có chiều thực tế ngược chiều với hình vẽ và có cường độ 2A.

b) Xét E_2 là nguồn phát khi $I_2 > 0 \Rightarrow E_2 > U_{AB}$

Mà $U_{AB}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{1,5} + \frac{1}{1,2}\right) = \frac{18}{1,5} + \frac{12}{1,2} = 22$

$$\Rightarrow U_{AB} = \frac{22R}{1,5R + 1} \Rightarrow 12 > \frac{22R}{1,5R + 1} \Rightarrow R < 3\Omega$$

Vậy khi $R < 3\Omega$ nguồn E_2 đóng vai trò nguồn phát.

c) Tương tự như trường hợp câu a nguồn E_2 đóng vai trò máy thu điện khi $R > 3\Omega$.

d) Không có dòng điện qua nguồn E_2 ($I_2 = 0$) $\Rightarrow E_2 = U_{AB} \Rightarrow R = 3\Omega$.

6.6. Có N nguồn điện giống hệt nhau với suất điện động $E = 1V$ và điện trở trong $r = 0,2\Omega$. Các nguồn này được mắc sao cho thành một bộ nguồn có n nhóm nối tiếp nhau, trong mỗi nhóm có N/n nguồn mắc song song. Một dụng cụ có điện trở $R = 0,3\Omega$ được mắc với bộ nguồn.

a) Hỏi N phải bằng bao nhiêu để công suất W tiêu thụ ở dụng cụ đạt cực đại? Giá trị cực đại của W bằng bao nhiêu?

b) Xét N = 36

Giải

Công suất tiêu thụ trên điện trở R:

$$P = U.I = (E_b - I.r_b)I \Rightarrow r_b.I^2 - E_b.I + P = 0$$

$$\Rightarrow \frac{nrI^2}{m} - neI + P = 0 \Rightarrow \frac{n^2rI^2}{N} - neI + P = 0$$

$$\Delta = (ne)^2 - 4n^2r\frac{P}{N} \geq 0 \Rightarrow P \leq \frac{Ne^2}{4r}$$

Xét: $P_{max} = \frac{Ne^2}{4r}$ (1)

Mặt khác: $P = RI^2 = \frac{RN^2e^2}{4n^2r^2}$. (2)

Từ (1) và (2) suy ra:

$$n^2 = \frac{RN}{r} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{RN}{r}} = \sqrt{\frac{0,3.24}{0,2}} = 6$$

$$P_{max} = \frac{24.1^2}{4.0,2} = 30W$$

* Xét: $N = 36 \Rightarrow n^2 = 0,3.\dfrac{36}{0,2} = 54 \Rightarrow n = 7,35$

* Xét: $n = 6 \Rightarrow m = 6$

$$P = R.I^2 = R\left(\frac{ne}{R + \dfrac{nr}{m}}\right)^2 \Rightarrow P = 43,2\ W$$

* Xét: $n = 9 \Rightarrow m = 4 \Rightarrow P = 43,2\ W$

6.7. Một động cơ điện nhỏ (có điện trở trong $r' = 2\Omega$) khi hoạt động bình thường cần một hiệu điện thế $U = 9V$ và cường độ $I = 0,75A$.

a) Tính công suất và hiệu suất của động cơ? Tính suất phản điện của động cơ khi động cơ hoạt động bình thường?

b) Khi động cơ bị kẹt không quay được, Tính công suất của động cơ, nếu hiệu điện thế đặt vào động cơ vẫn là $U = 9V$. Hãy rút ra kết luận thực tế?

c) Để cung cấp điện cho động cơ hoạt động bình thường người ta dùng 18 nguồn mỗi nguồn có $e = 2V$, $r_0 = 2\Omega$. Hỏi các nguồn phải mắc thế nào và hiệu suất của bộ nguồn là bao nhiêu?

Giải

a) Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P = U.I = 9.\ 0,75 = 6,75W$$

Công suất tỏa nhiệt trong động cơ:

$$P' = r'.I^2 = 2.(0,75)^2 = 1,125W$$

Công suất hữu ích của động cơ: $P_i = P - P' = 5,625W$

Hiệu suất: $H = \dfrac{P_i}{P} = \dfrac{5,625}{6,75} = 0,833 = 83,3\%$

$$U = -E' + Ir' \Rightarrow E' = U - Ir' = 9 - 0,75.2 = 7,5V$$

(Hoặc $P'_i = E'.I \Rightarrow E' = P'/\ I = 5,625\ /\ 0,75 = 7,5V$)

b) Khi động cơ bị kẹt: $E = 0$

$$I' = \frac{U}{r'} = \frac{9}{2} = 4,5A$$

Công suất điện cung cấp cho động cơ (Công suất tiêu thụ điện của động cơ)

$$P = U.I' = 9.(4,5) = 40,5W$$

Khi động cơ bị kẹt, I tăng cao, nhiệt lượng do động cơ tỏa ra lớn, động cơ dễ bị hỏng.

c) Gọi n là số nguồn trong một dãy, m là số dãy, N là tổng số nguồn điện: N = m.n

$$n.m = N = 18 \qquad (1)$$

$$U = E_b - Ir_b \Rightarrow U = ne - I\frac{nr_0}{m}$$

$$\Rightarrow \quad 9 = 2n - 1{,}5n/m \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: $n^2 - 24n + 108 = 0$

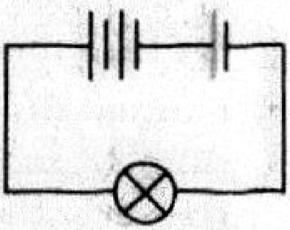
Giải phương trình ta được:

n = 18; m = 1hoặc n = 6;m = 3

$$H_1 = \frac{U}{E_{b1}} = \frac{9}{36} = 0{,}25 = 25\%$$

$$H_2 = \frac{U}{E_{b2}} = \frac{9}{12} = 0{,}75 = 75\%$$

6.8. Một bộ nguồn gồm các nguồn giống nhau mỗi nguồn có suất điện động $E_1 = 2V$. Điện trở trong $r_1 = 6\Omega$. Mạch ngoài là một bóng đèn 12V – 6W.



a) Nếu cho 48 nguồn thì phải mắc các nguồn trên thế nào để bóng đèn sáng bình thường. Tính hiệu suất của bộ nguồn mắc theo cách đó.

b) Tìm cách mắc các nguồn sao cho bóng đèn vẫn sáng bình thường nhưng chỉ cần số nguồn ít nhất. Tính số nguồn đó và hiệu suất của bộ nguồn.

Giải

a) Gọi n là số nguồn trong một dãy, m là số dãy, N là tổng số nguồn điện: N = m.n

Cường độ định mức của đèn: $I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{6}{12} = 0{,}5A$

Điện trở của đèn: $R_d = \frac{U_d}{I_d} = \frac{12}{0{,}5} = 24\Omega$

Cường độ thực tế qua đèn: $I = \frac{NE}{mR + nr} \qquad (1)$

$$N = m.n = 48 \qquad (2)$$

* Xét: $N = 48$, $R = R_d = 24\Omega$, $r = 6\Omega$

Giả sử đèn sáng đúng định mức: $I = I_d = 0{,}5A$

$\Rightarrow 24m + 6n = 4.48$ (3)

$\Rightarrow 4m + n = 32$ (4)

Từ (2) và (3) suy ra:

$m^2 - 8m + 12 = 0 \rightarrow m = 6$ hoặc $m = 2$

Mà $n = 32 - 4m \rightarrow n = 8$ hoặc $n = 24$

Hiệu suất nguồn theo cách mắc $m = 2; n = 24$.

$$H_1 = \frac{U_dI_d}{nEI_d} = \frac{12}{24.2} = 0,25 = 25\%$$

Hiệu suất đèn theo cách mắc $m = 6; n = 8$

$$H_2 = \frac{U_d}{nE} = \frac{12}{8.2} = 0,75 = 75\%$$

➢ *Chú ý*: $H_1 + H_2 = 1$

b) Từ (1) suy ra: $rn^2 - \frac{nEN}{I} + NR = 0$

$\Rightarrow 6n^2 - 4Nn + 24N = 0$ (5)

Điều kiện để phương trình (2) có nghiệm:

$\Delta' = 4N^2 - 144N > 0 \rightarrow N \geq 36$

* Xét $N_{min} = 36 \Leftrightarrow \Delta' = 0$

$\Leftrightarrow n = \frac{4N}{2.6} = \frac{4.36}{12} = 12; m = 3.$

Từ (3) ta thấy: $2(4m).6n = 144m.n = const$

Theo bất đẳng thức Côsi:

$2.4m + 6n = 4m.n$ nhỏ nhất khi: $24m = 6\,n = 2m.n$

$\Rightarrow n = 12; m = 3$

Vậy số nguồn ít nhất là 36.

Hiệu suất: $H = \frac{U}{nE} = \frac{12}{12.2} = 0,5 = 50\%$

➢ *Chú ý:*

Có thể giải: (1) $\Rightarrow I_d = E/(R/n + r/m)$

Do: $R/n + r/m = Rm + r\,n = E/I_d =$ hằng số

$\Rightarrow (R/n).(r/m) = (Rr/N)_{Max} \Leftrightarrow N_{min} \Leftrightarrow n = 2RI_d / E$

Từ (3) ta thấy: $24m.6n = 144\,mn = const.$

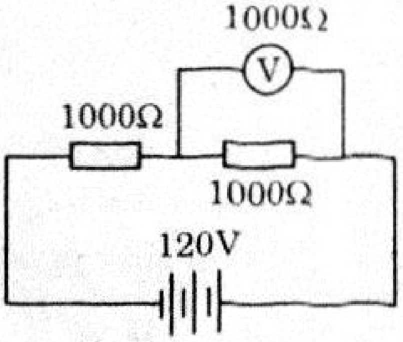
Theo bất đẳng thức Côsi:

$24m + 6n = 4mn$ nhỏ nhất khi $24m = 6n = 2nm$

$\Rightarrow n = 12, m = 3$

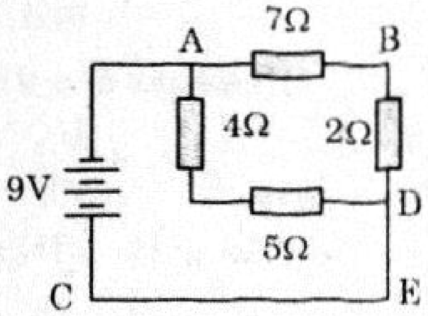
III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.9. Hai điện trở 1000Ω mắc nối tiếp với nguồn 120V, r = 0. Một vôn kế nối qua điện trở 1000Ω (như hình). Số chỉ vôn kế:



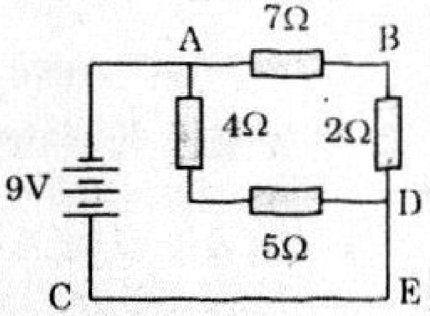
A. 120V
B. 80V
C. 60V
D. 40V

6.10. Một pin 9V được nối với 4 điện trở thành mạch điện như hình vẽ. Dòng điện qua điểm E trong mạch là bao nhiêu?



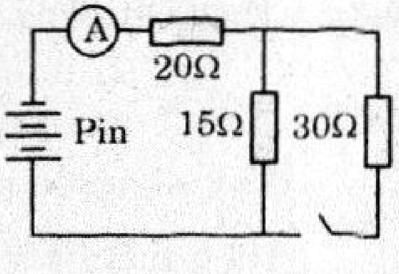
A. 2A
B. 4A
C. 5A
D. 7A

6.11. Một pin 9V được nối với 4 điện trở thành mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế ở đoạn nối điểm B với điểm D là bao nhiêu?



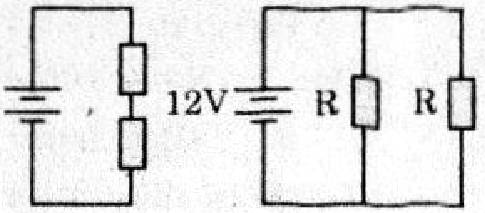
A. 2V
B. 4V
C. 5V
D. 7V

6.12. Một pin, một ampe kế, ba điện trở và một công tắc được nối với nhau như hình vẽ. Khi công tắc đóng thì điều gì xảy ra với hiệu điện thế đi ngang điện trở 15Ω?



A. bằng hiệu điện thế đi qua điện trở 20Ω.
B. gấp đôi hiệu điện thế đi qua điện trở 30Ω.
C. bằng hiệu điện thế đi qua điện trở 30Ω.
D. bằng ½ hiệu điện thế đi qua điện trở 30Ω.

6.13. Hai điện trở R được mắc vào một nguồn điện theo hai cách dưới đây. Hiệu điện thế của nguồn là 12V, phát biểu nào sau đây là đúng?



A. Dòng điện chạy qua điện trở R trong mạch I lớn hơn trong mạch II.
B. Tổng công suất của nguồn II lớn hơn nguồn I.
C. Điện thế đi qua điện trở R trong mạch I lớn hơn trong mạch II.
D. Điện trở tương ứng trong mạch II lớn hơn trong mạch I.

IV.HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.9. Chọn đáp án: D. 40V

6.10. Chọn đáp án: A. 2A

6.11. Chọn đáp án: A. 2V

6.12. Chọn đáp án: C. bằng hiệu điện thế đi qua điện trở 30Ω.

6.13. Chọn đáp án: B. Tổng công suất của nguồn II lớn hơn nguồn I.

Chương III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

Bài 1. DÒNG ĐIỆN TRONG KIM LOẠI

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Các tính chất điện của kim loại

a) Kim loại là chất dẫn điện tốt.

b) Khi nhiệt độ không đổi dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm.

c) Dòng điện chạy qua dây dẫn kim loại gây ra tác dụng nhiệt.

d) Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ.

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(t - t_0)].$$

ρ_0: điện trở suất của dây dẫn kim loại ở nhiệt độ t_0

ρ: điện trở suất của dây dẫn kim loại ở nhiệt độ t.

α: hệ số nhiệt điện trở (K^{-1}).

Thường qui ước $t_0 = 20°C$

2. Electron tự do trong kim loại

a) Trong kim loại, các nguyên tử bị mất electron hóa trị trở thành các ion dương. Các ion dương sắp xếp một cách tuần hòa trật tự tạo nên mạng tinh thể kim loại.

b) Các electron hóa trị tách ra khỏi nguyên tử chuyển động hỗn loạn trong mạng tinh thể gọi là electron tự do. Mật độ electron tự do trong kim loại là không đổi đối với mỗi kim loại.

3. Giải thích tính chất điện của kim loại

a) Bản chất dòng điện trong kim loại:

* Dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của electron tự do ngược chiều điện trường.

* Mật độ hạt tải điện vào cỡ mật độ nguyên tử trong kim loại, $n = 10^{28}/m^3$.

b) Nguyên nhân gây ra điện trở: Do sự "va chạm" của các electron tự do vào các chỗ mất trật tự của mạng tinh thể kim loại.

c) Khi nhiệt độ của kim loại càng cao, thì các ion kim loại càng dao động mạnh. Do đó, độ mất trật tự của mạng tinh thể kim loại càng tăng và làm tăng sự cản trở chuyển động của các electron tự do. Vì vậy, khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất của dây dẫn kim loại tăng.

d) Khi "va chạm" các electron truyền một phần (hoặc toàn bộ) năng lượng chuyển động định hướng cho mạng tinh thể kim loại làm tăng nội năng của kim loại, nên dây dẫn kim loại nóng lên khi có dòng điện chạy qua.

* ***Chú ý:***

$$R = R_0[1 + \alpha(t - t_0)]$$

R_0: điện trở của dây dẫn kim loại ở nhiệt độ $t_0 = 20^\circ C$

R: điện trở của dây dẫn kim loại ở nhiệt độ $t^\circ C$.

α: hệ số nhiệt điện trở (K^{-1}).

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1.1. Một dòng điện cường độ đo được $1,2.10^{-4}$A tồn tại trong một dây đồng có đường kính 2,5mm. Cho nguyên tử lượng của đồng là $M = 64.10^{-3}$kg/mol, khối lượng riêng là $D = 9.10^3 kg/m^3$, mật độ hạt tải điện vào cỡ mật độ nguyên tử trong kim loại. Hãy tính:

a) mật độ dòng $j = \frac{I}{S}$.　　　　b) vận tốc trôi của electron.

Giải

a) Diện tích tiết diện thẳng dây đồng:

$$S = \frac{d^2.\pi}{4} = \frac{(2,5.10^{-3})^2.3,14}{4} = 4,9.10^{-6} m^2$$

Mật độ dòng điện: $j = \frac{I}{S} = \frac{1,2.10^{-4}}{4,9.10^{-6}} = 24,5 A/m^2$

b) Tính Vận tốc trôi trung bình của electron:

Mật độ electron tự do trong đồng:

$$n = \frac{N_A.D}{M} = \frac{6,02.10^{23}.9,0.10^3}{64.10^{-3}} = 0,85.10^{29} \text{electron}/m^3$$

$$v = \frac{j}{n.e} = \frac{24,5}{0,85.10^{29}.1,6.10^{-19}} = 1,8.10^{-9} m/s$$

1.2. Cần bao lâu để cho các electron đi từ acqui của ôtô đến động cơ khởi động? Giả thiết dòng bằng 300A và các electron đi qua một dây đồng với diện tích của tiết diện bằng $0,21cm^2$ và chiều dài bằng 0,85m. Cho nguyên tử lượng của đồng là $M = 64.10^{-3}$kg/mol, khối lượng riêng là $D = 9.10^3 kg/m^3$. Cho biết mật độ hạt tải điện vào cỡ mật độ nguyên tử trong kim loại.

Giải

Mật độ dòng điện: $j = \frac{I}{S} = \frac{300}{0,21.10^{-4}} = 1,43.10^7 A/m^2$

Mật độ electron tự do trong đồng:

$$n = \frac{N_A.D}{M} = \frac{6,02.10^{23}.9,0.10^3}{64.10^{-3}} = 0,85.10^{29} electron/m^3$$

Vận tốc trôi trung bình của electron:

$$v = \frac{j}{n.e} = \frac{1,43.10^7}{0,85.10^{29}.1,6.10^{-19}} = 1,05.10^{-3} m/s$$

Thời gian cần tìm:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,85}{1,05.10^{-3}} = 0,81.10^3 s$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Một dây bạch kim ở 25°C có điện trở suất $\rho_0 = 10,5.\ 10^{-8}\Omega m$. Tính điện trở suất ρ của dây này ở 500°C. Coi rằng điện trở suất của bạch kim trong khoảng nhiệt độ này tăng tỉ lệ bậc nhất theo nhiệt độ với hệ số điện trở $\alpha = 3,9.10^{-3}K^{-1}$

A. $\rho = 28,22.10^{-8}\Omega m$ B. $\rho = 19,45.\ 10^{-8}\Omega m$

C. $\rho = 29,95.\ 10^{-8}\Omega m$ D. $\rho = 34,28.\ 10^{-8}\Omega m$

1.4. Một bóng đèn 220V – 75W có dây tóc làm bằng vonfram. Điện trở của dây tóc đèn ở 25°C là $R_0 = 55,2\Omega$. Tính nhiệt độ t của dây tóc đèn khi sáng bình thường. Coi rằng điện trở suất của bạch kim trong khoảng nhiệt độ này tăng tỉ lệ bậc nhất theo nhiệt độ với hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 4,5.10^{-3}K^{-1}$

A. t = 2597°C B. t = 2350°C C. t = 2400°C D. t = 2622°C

IV.HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Chọn đáp án: C. $\rho = 29,77.\ 10^{-8}\Omega m$

Điện trở suất của dây dẫn kim loại ở nhiệt độ t = 500°C.

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(t - t_0)]$$

$$\Rightarrow \quad \rho = 10,5.\ 10^{-8}[1 + 3,9.10^{-3}(500 - 25)] = 29,95.\ 10^{-8}\Omega m$$

1.4. Chọn đáp án: C. t = 2400°C

Điện trở của dây tóc đèn ở t°C khi đã sáng bình thường:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{75} \approx 645\Omega$$

Do điện trở suất của bạch kim trong khoảng nhiệt độ này tăng tỉ lệ bậc nhất nên:

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(t - t_0)] \Rightarrow R = R_0[1 + \alpha(t - t_0)]$$

$$645 = 55{,}2[1 + 4{,}5.10^{-3}(t - 25)] \Rightarrow t \approx 2400^0C.$$

Bài 2. HIỆN TƯỢNG NHIỆT ĐIỆN. HIỆN TƯỢNG SIÊU DẪN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hiện tượng nhiệt điện

a) Cặp nhiệt điện. Dòng nhiệt điện:

- Cho hai dây dẫn kim loại khác nhau tiếp xúc với nhau ở hai đầu (hàn hai đầu của chúng với nhau) thành một mạch kín rồi giữ cho hai chỗ tiếp xúc (mối hàn) ở hai nhiệt độ khác nhau thì trong mạch có dòng điện chạy, gọi là dòng nhiệt điện.
- Dụng cụ có cấu tạo như trên gọi là cặp nhiệt điện.
- Hiện tượng tạo thành suất điện động nhiệt điện trong một mạch điện kín gồm hai vật dẫn khác nhau khi giữ hai mối hàn ở hai nhiệt độ khác nhau là hiện tượng nhiệt điện.

b) Biểu thức suất nhiệt điện động nhiệt điện:

$$\mathscr{E} = \alpha_T(T_2 - T_1) \text{ với } (T_2 > T_1)$$

α_T : hệ số nhiệt điện động.

c) Ứng dụng của pin nhiệt điện:

- Nhiệt kế nhiệt điện: là cặp nhiệt điện dùng để đo nhiệt độ rất cao hoặc rất thấp khi ta không thể đo bằng nhiệt kế thông thường.
- Pin nhiệt điện: ghép nhiều cặp nhiệt điện ta được một nguồn điện gọi là pin nhiệt điện. Cho hai bán dẫn khác loại tiếp xúc nhau ta được pin nhiệt điện bán dẫn.

2. Hiện tượng siêu dẫn

Khi nhiệt độ hạ xuống dưới nhiệt độ T_C nào đó, điện trở của kim loại (hay hợp kim) đó giảm đột ngột đến giá trị bằng không. Hiện tượng đó gọi là hiện tượng siêu dẫn. Khi đó, kim loại hoặc hợp kim có tính siêu dẫn.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

2.1. Khi nhiệt độ chênh lệch giữa hai đầu là 200^0C thì suất điện động của cặp nhiệt điện Fe–Constantan là $\mathscr{E}_{10} = 15{,}8mV$ và của cặp nhiệt điện Cu–Constantan là $\mathscr{E}_{20} = 14{,}9mV$. Tính suất điện động $\mathscr{E}_{12}$ của cặp nhiệt điện Fe – Cu khi chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu là 200^0C

Giải

Công thức tính suất điện động nhiệt điện: $\mathscr{E} = \alpha(T_2 - T_1)$

Áp dụng: $\mathscr{E}_{10} = \alpha_{10}(T_2 - T_1)$

$\mathscr{E}_{20} = \alpha_{20}(T_2 - T_1)$ và $\mathscr{E}_{12} = \alpha_{12}(T_2 - T_1)$

Dễ nhận thấy: $\mathscr{E}_{12} = \mathscr{E}_{10} - \mathscr{E}_{20} = 15{,}8 - 14{,}9 = 0{,}9mV$

2.2. Cặp nhiệt điện Fe–Constantan có hệ số suất điện động là $\alpha = 52\mu V/K$ và điện trở trong $r = 0{,}5\Omega$. Nối cặp nhiệt điện này với điện kế G có điện trở trong $R = 20\Omega$. Đặt một mối hàn của cặp nhiệt điện này trong không khí ở 25°C. Nhúng mối hàn thứ hai vào trong lò điện có nhiệt độ 800°C. Tính cường độ dòng điện chạy qua điện kế G.

Giải

Công thức tính suất điện động nhiệt điện: $\mathscr{E} = \alpha(T_2 - T_1)$

$\Rightarrow \quad \mathscr{E} = 52.10^{-6}(800 - 25) \approx 0{,}04V$

Cường độ dòng điện qua điện kế:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{r + R} = \frac{0{,}04}{0{,}5 + 20} \approx 1{,}95.10^{-3}A = 1{,}95mA$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.3. Phát biểu nào sau đây là không đúng?

A. Điện trở của vật siêu dẫn bằng không.

B. Đối với vật liệu siêu dẫn, năng lượng hao phí do tỏa nhiệt bằng không.

C. Đối với vật liệu siêu dẫn, để có dòng điện chạy trong mạch ta luôn phải duy trì một hiệt điện thế trong mạch.

D. Đối với vật liệu siêu dẫn, có khả năng tự duy trì dòng điện trong mạch sau khi ngắt bỏ nguồn điện.

2.4. Nối cặp nhiệt điện Cu–Constantan với milivôn kế. Nhúng mối hàn thứ nhất vào nước đá đang tan và mối hàn thứ hai vào hơi nước sôi. Khi đó milivôn kế chỉ 4,25mV. Tính hệ số suất điện động α của cặp nhiệt điện này.

A. $\alpha = 42{,}5\mu V/K$ B. $\alpha = 4{,}25\mu V/K$

C. $\alpha = 42{,}5mV/K$ D. $\alpha = 4{,}25mV/K$

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.3. Chọn đáp án: C. Đối với vật liệu siêu dẫn, để có dòng điện chạy trong mạch ta luôn phải duy trì một hiệt điện thế trong mạch.

2.4. Chọn đáp án: A. $\alpha = 42{,}5\mu V/K$

Công thức tính suất điện động nhiệt điện: $\mathscr{E} = \alpha(T_2 - T_1)$

$$\Rightarrow \quad \alpha = \frac{\mathscr{E}}{T_2 + T_1} = \frac{4,25.10^{-3}}{100 - 0} = 4,25.10^{-5}\,V/K$$

Bài 3. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN. ĐỊNH LUẬT FARAĐÂY

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hiện tượng điện phân – Dòng điện trong chất điện phân

- Hiện tượng điện phân là hiện tượng một hợp chất hóa học bị tách thành các hợp phần khi có dòng điện chạy qua.
- Hợp chất bị dòng điện làm tách thành các hợp phần gọi là chất điện phân.
- Trong chất điện phân, các dung dịch muối, axit, bazơ bị phân thành các ion.

2. Bản chất dòng điện trong chất điện phân

Dòng điện trong chất điện phân là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm ngược chiều điện trường.

3. Hiện tượng dương cực tan

- Khi điện phân dung dịch muối kim loại với cực dương làm bằng chính kim loại ấy, thì cực dương bị mòn dần, người ta gọi là hiện tượng dương cực tan.
- Khi có hiện tượng dương cực tan, dòng điện trong chất điện phân tuân theo địnhh luật Ôm giống như đối với đoạn mạch chỉ có điện trở thuần ($I = \frac{U}{R}$).

4. Định luật Farađây về điện phân

a) Định luật I Farađây về điện phân

Khối lượng m của chất được giải phóng ở điện cực của bình điện phân tỉ lệ với điện lượng Q đi qua dung dịch điện phân.

$$m = kQ$$

b) Định luật II Farađây về điện phân

Đại lượng điện hóa k của một nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của nguyên tố đó.

$$k = c\frac{A}{n} = \frac{1}{F}\frac{A}{n}$$

- A là khối lượng mol nguyên tử.
- n là hóa trị của chất được giải phóng.
- $F = 9{,}65.10^7$ (C/kmol) gọi là số Farađây.

c) Công thức Farađây về điện phân

$$m = \frac{kAq}{n} = \frac{kAIt}{n}$$

- Khối lượng m đo bằng gam (g).
- Cường độ dòng điện I đo bằng ampe (A)
- Thời gian t đo bằng giây (s).

5. Ứng dụng

- Luyện kim: Nấu đồng, nhôm, Mg,...
- Mạ điện: Dùng phương pháp điện phân để phủ một lớp kim loại lên những đồ vật bằng kim loại khác.
- Đúc điện. Điều chế hoá chất: Clor, Xút,.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

3.1. Một bình điện phân dung dịch $CuSO_4$, hai điện cực bằng than, có hiệu điện thế không đổi là 6V. Sau thời gian 10 phút, dòng điện sẽ giải phóng ra 0,05g đồng ở catốt. Suất phản điện của bình là 1,2V. Tính cường độ dòng điện qua mạch và điện trở của bình điện phân.

Giải

Định luật Farađây :

$$m = \frac{1}{96500}.\frac{A}{n}I.t \Rightarrow 0,05 = \frac{1}{96500}.\frac{64}{2}.I.10.60$$

$$\Rightarrow I = 0,25A$$

Vậy cường độ dòng điện qua mạch là 0,25A.

Tính điện trở r của bình điện phân.

$$U = E' + Ir \Rightarrow 6 = 1,2 + 0,25.r \Rightarrow r = 19,2\Omega$$

3.2. Một mạch điện gồm có một nguồn điện có suất điện động $E = 6V$, điện trở trong $r = 0,9\Omega$ cung cấp dòng điện cho bình điện phân dung dịch $CuSO_4$ với anốt làm bằng Pt. Biết suất phản điện của bình điện phân $E' = 1,5V$; $r' = 0,51\Omega$, và lượng đồng bám lên catốt là $m = 10^{-3}kg$. Hãy tính:

a) Điện lượng qua bình điện phân.

b) Cường độ dòng điện qua bình điện phân.

c) Thời gian điện phân.

Giải

a) Điện lượng qua bình điện phân.

Định luật Farađây :

$$m = \frac{1}{96500}.\frac{A}{n}q \Rightarrow 1 = \frac{1}{96500}.\frac{64}{2}.q$$

$$\Rightarrow \quad q = 3016C$$

b) Cường độ dòng điện qua bình điện phân.

$$I = \frac{E - E'}{r + r'} = \frac{6 - 1,5}{0,9 + 0,51} = 3,2A$$

c) Thời gian điện phân.

$$t = \frac{q}{I} = \frac{3016}{3,2} = 942,5s$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Điện lượng q = 16C chạy qua dung dịch H_2SO_4 hòa tan trong nước. Tính lượng Oxy được giải phóng ở cực dương.

A. 1,33g B. 2,65g C. 1,33mg D. 2,65mg

3.4. Điện phân dung dịch H_2SO_4 với các điện cực platin, ta thu được khí hydrô và ôxi ở các điện cực. Tính thể tích khí hidrô thu được ở mỗi điện cực (ở điều kiện tiêu chuẩn) nếu dòng điện qua bình điện phân có cường độ I = 5A trong thời gian t = 32 phút 10 giây.

A. 0,56lít B. 1,12 lít C. 2,24 lít D. 1,68 lít

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Chọn đáp án: C. 1,33mg

Khối lượng Ôxi giải phóng ở cực dương:

$$m = \frac{1}{96500}.\frac{A}{n}q = \frac{1}{96500}.\frac{16}{2}16 = 1,33.10^{-3}g$$

3.4. Chọn đáp án: B. 1,12 lít

Khối lượng hidrô giải phóng ở cực dương:

$$m_H = \frac{1}{96500}.\frac{A'}{n'}.I.t = \frac{1}{96500}.\frac{1}{1}.5.(32.60 + 10) = 0,1g$$

Thể tích hidrô thu được:

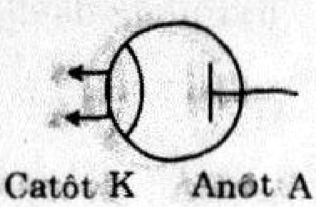
$$V_H = \frac{m_H}{M'}.V = \frac{0,1}{2}.22,4 = 1,12l.$$

Bài 4. DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG

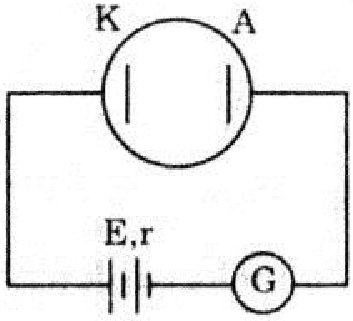
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Bản chất dòng điện trong chân không

a) *Điốt điện tử:* ống thủy tinh hoặc kim loại được hút chân không đến áp suất $10^{-6} \rightarrow 10^{-7}$mmHg, có hai điện cực. Catốt là một ống kim loại hình trụ, bên trong ống là dây đốt được dùng để làm nóng catốt. Anốt thường cũng là một ống hình trụ bằng kim loại đồng dạng với catốt.



b) *Bản chất dòng điện trong chân không*

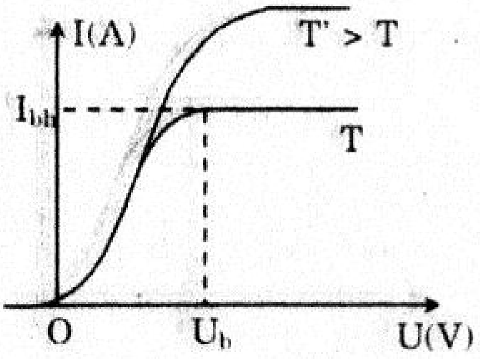


* Khi cung cấp cho các electron năng lượng cần thiết thì chúng có thể bứt ra khỏi kim loại. Trong thí nghiệm ta dùng nhiệt năng nên catốt phát xạ nhiệt electron.

* Khi ta đặt một hiệu điện thế vào giữa anốt và catốt, nếu phân cực thuận (cực dương nối anốt, cực âm nối catốt) thì do tác dụng nhiệt của điện trường, các electron chuyển động về anốt trong mạch xuất hiện dòng điện.

* Bản chất dòng điện trong chân không: là dòng chuyển dời có hướng của các electron bứt ra từ catốt bị nung nóng.

2. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chân không vào hiệu điện thế



- Dòng điện trong chân không không tuân theo định luật Ôm.
- Khi $U > U_b$ thì $I = I_{bh}$: Cường độ dòng điện qua ống đạt giá trị lớn nhất gọi là cường độ dòng điện bão hòa.
- Nhiệt độ catốt càng cao (T' > T) thì cường độ dòng điện bão hòa (I_{bh}) càng lớn.
- Điốt chân không được dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.
- Dòng điện chạy trong điốt chân không chỉ theo một chiều từ anốt đến catốt.

3. Tia catốt

a) *Cách tạo:* Dùng một ống thủy tinh có gắn hai điện cực A và K, áp suất trong ống khoảng 10^{-3}mmHg. A và C được nối với nguồn điện cao thế thì âm cực sẽ phát một chùm tia âm cực.

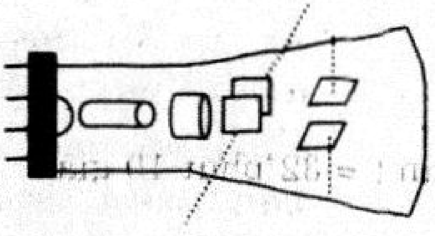
b) *Các tính chất của tia âm cực:*

- Tia catốt phát ra vuông góc với bề mặt âm cực.
- Mang năng lượng. Kích thích sự phát quang; làm đen kính ảnh; làm nóng vật.
- Có khả năng đâm xuyên, có tác dụng hóa học ion hóa khí.

- Bị lệch trong điện trường và từ trường.
- Vận tốc cỡ 10^7m/s nên khi đập vào một vật bất kỳ, sẽ tạo ra tia rơnghen.

c) Ứng dụng: trong đèn hình của máy thu hình, tạo ra tia X

4. Ống phóng điện tử



* Sơ đồ cấu tạo như hình vẽ. Bên trong là chân không. Mặt trước có màn huỳnh quang. Trong phần cổ ống có nguồn phát electron, dây đốt nóng, catôt, các cực điều khiển và anôt.

* Sử dụng: Ống đèn hình, dao động kí điện tử.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

4.1. Chứng minh rằng vận tốc trôi v_{tr} của electron chuyển động trong điện trường giữa anôt A và catôt K của điôt chân không được tính theo công thức $v_{tr} = (\frac{2eU}{m})^{\frac{1}{2}}$, với m là khối lượng và e là độ lớn điện tích của electron, còn U là hiệu điện thế giữa anôt A và catôt K.

Giải

Định lí động năng:

$$\frac{mv_{tr}^2}{2} = eU \Rightarrow v_{tr} = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

4.2. Vận tốc trôi của electron chuyển động trong điện trường giữa anôt và catôt của điôt chân không $v_{tr} = 2{,}7.10^7$m/s. Tính hiệu điện thế U giữa anôt và catôt. Electron có khối lượng $m = 9{,}1.10^{-31}$kg và mang điện tích $-e = -1{,}6.10^{-19}$C. Coi rằng electron bay ra khỏi catôt với vận tốc $v_0 = 0$.

Giải

Định lí động năng:

$$\frac{mv_{tr}^2}{2} = eU \Rightarrow U = \frac{mv_{tr}^2}{2e} = \frac{9{,}1.10^{-31}.(2{,}7.10^7)^2}{2.1{,}6.10^{-19}} = 2073V$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Electron có khối lượng m và mang điện tích có độ lớn là e. Viết công thức xác định vận tốc trôi v_{tr} của electron chuyển động trong điện trường của điôt chân không, nếu giữa anôt và catôt có hiệu điện thế U. Coi rằng electron bay ra khỏi catôt với vận tốc $v_0 = 0$.

A. $v_{tr} = (\frac{3eU}{m})^{\frac{1}{2}}$ B. $v_{tr} = (\frac{2eU}{m})^{\frac{1}{2}}$

C. $v_{tr} = (2eUm)^{\frac{1}{2}}$ D. $v_{tr} = (\frac{eU}{m})^{\frac{1}{2}}$

4.4. Tính vận tốc trôi v_{tr} của electron chuyển động trong điện trường giữa anôt và catôt của điôt chân không, nếu giữa anôt và catôt có hiệu điện thế $U = 2000V$. Electron có khối lượng $m = 9,1.10^{-31}$kg và mang điện tích $-e = -1,6.10^{-19}$C. Coi rằng electron bay ra khỏi catôt với vận tốc $v_0 = 0$.

A. $v_{tr} \approx 3,00.10^7 m/s$ B. $v_{tr} = 1,875.10^7 m/s$

C. $v_{tr} = 3.10^7 m/s$ D. $v_{tr} \approx 2,65.10^7 m/s$

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Chọn đáp án: B. $v_{tr} = (\frac{2eU}{m})^{\frac{1}{2}}$

Định lí động năng:

$$\frac{mv_{tr}^2}{2} = eU \Rightarrow v_{tr} = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

4.4. Chọn đáp án: D. $v_{tr} \approx 2,65.10^7 m/s$

Định lí động năng:

$$\frac{mv_{tr}^2}{2} = eU$$

$$\Rightarrow v_{tr} = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2.1,6.10^{-19}.2000}{9,1.10^{-31}}} = 2,65.10^7 m/s.$$

Bài 5. DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Sự phóng điện trong chất khí

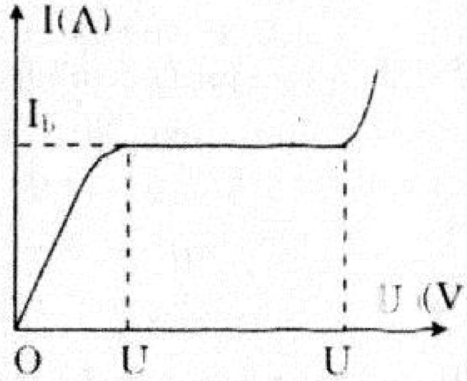
Khi bị đốt nóng, không khí trở nên dẫn điện, có dòng điện chạy qua không khí từ bản nọ sang bản kia. Đó là sự phóng điện trong chất khí.

2. Bản chất dòng điện trong chất khí

Bản chất dòng điện trong chất khí là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương cùng chiều điện trường và các ion âm cùng các electron ngược chiều điện trường.

3. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chất khí vào hiệu điện thế

* Đặc tuyến vôn – ampe không phải là đường thẳng. Nên dòng điện trong chất khí không tuân theo định luật Ôm.



* Khi tăng dần hiệu điện thế, bắt đầu từ U = 0 đến $U = U_b$. Sự phóng điện chỉ xảy ra khi có tác dụng của tác nhân ion hóa. Đó là sự phóng điện không tự lực.

* Khi $U > U_b$ thì $I = I_{bh}$ dù U tăng. Như vậy dòng điện trong chất khí đạt giá trị bão hòa (I_{bh}).

* Khi $U > U_c$ thì cường độ dòng điện tăng vọt lên. Sự phóng điện được duy trì không cần tác nhân ion hóa gọi là sự phóng điện tự lực.

4. Các dạng phóng điện trong không khí ở áp suất thường

a) *Tia lửa điện*

- Đặt một hiệu điện thế lớn (cường độ điện trường $E > 3.10^6$V/m) giữa hai điện cực ở trong không khí sẽ xuất hiện sự phóng điện thành tia, gọi là tia lửa điện.
- Đặc điểm:
  - * Ngoằn ngoèo không có hình dạng xác định.
  - * Tia lửa điện thường kèm theo tiếng nổ, ánh sáng chói và mùi ôzon.
  - * Không liên tục.
  - * Tia lửa điện có thể phóng qua điện môi.
- Điều kiện: Cường độ điện trường giữa hai cực phải lớn hơn một giá trị nhất định nào đó tùy chất điện môi.
- Nguyên nhân: Sự ion hóa do va chạm và ion hóa do bức xạ phát ra trong tia lửa điện.

b) *Sét*

- Sét là tia lửa điện khổng lồ phát sinh do sự phóng điện giữa các đám mây tích điện trái dấu hoặc giữa một đám mây tích điện với mặt đất. Kèm theo sét là tiếng nổ gọi là sấm hoặc tiếng sét.

- Ứng dụng: Khoan, cắt kim loại.

c) *Hồ quang điện*

- Phóng điện hồ quang là quá trình phóng điện tự lực xảy ra trong chất khí ở áp suất thường hoặc áp suất thấp, giữa hai điện cực có hiệu điện thế không lớn. Hồ quang điện có thể kèm theo tỏa nhiệt và tỏa sáng rất mạnh.
- Đặc điểm hồ quang điện giữa hai thanh than:
  - * Cả hai đầu thanh than đều phát ánh sáng chói.
  - * Lưỡi liềm sáng yếu hơn nhưng lại rất nóng.
  - * Đầu thanh than dương bị lõm vào do bị ăn mòn.
- Hồ quang điện: Có thể xuất hiện giữa hai điện cực kim loại.
- Ứng dụng: Hàn điện và thắp sáng.

5. Sự phóng điện trong chất khí ở áp suất thấp

a) Sự phóng điện của chất khí ở áp suất từ 1mmHg đến 0,01mmHg và hiệu điện thế giữa hai cực catốt và anốt khoảng vài trăm vôn chia làm hai miền. Miền tối ở gần bề mặt catốt gọi là miền tối catốt và miền sáng gọi là cột sáng anốt. Sự phóng điện trong trường hợp này gọi là sự phóng điện thành miền.

b) Sự phóng điện của chất khí ở áp suất vào cỡ 0,01mmHg đến 0,001mmHg thì miền tối catốt chiếm đầy ống. Dòng điện lúc này chính là tia catốt được phát từ catốt không đốt nóng (phát xạ lạnh).

II BÀI TẬP TỰ LUẬN

51. Gần quả Đất mật độ proton trong gió Mặt Trời bằng $8,70cm^{-3}$ và vận tốc của chúng bằng 470km/s.

a) Tìm mật độ dòng của các proton đó.

b) Nếu từ trường của quả Đất không làm lệch chúng thì các proton sẽ đập vào mặt đất. Hỏi dòng điện tổng cộng mà quả Đất nhận được khi đó bằng bao nhiêu?

Giải

a) Mật độ dòng của các proton trong gió Mặt Trời:

$$j = n.e.v = 8,70.10^{6}.1,6.10^{-19}.470.10^{3} = 6,54.10^{-7}A/m^{2}$$

b) Diện tích tiết diện thẳng của mặt đất:

$$S = \pi R^2 = 3,14.(6,4.10^6)^2 = 1,286.10^{14}m^2$$

Cường độ dòng điện:

$$I = j.S = 6,54.10^{-7}.1,286.10^{14} = 8,41.10^7A$$

5.2. Trong một phòng thí nghiệm nghiên cứu tổng hợp hạt nhân, giả định khi hêli ở nhiệt độ cao hoàn toàn bị ion hóa, mỗi nguyên tử hêli được tách thành hai electron tự do và hạt nhân tích điện dương (hạt anpha). Một điện trường làm cho các hạt anpha bị trôi sang phía Đông với vận tốc 25m/s trong khi đó các electron bị trôi sang phía Tây với vận tốc 88m/s. Mật độ hạt anpha bằng $2,8.10^{15}cm^{-3}$.

a) Tính mật độ dòng tổng cộng b) Xác định chiều dòng điện.

Giải

a) Mật độ dòng tổng cộng:

$$j = n_1.q_1.v_1 + n_2.q_2.v_2$$

$$j = 2,8.10^{15}10^6.2.1,6.10^{-19}25 + 2.2,8.10^{15}10^6.1,6.10^{-19}.88$$

$$j = 1,01.10^5A/m^2$$

b) Dòng điện có chiều từ Tây sang Đông cùng chiều chuyển động của hạt nhân hêli.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.3. Câu nào dưới đây nói về sự phóng điện tự lực của chất khí là không đúng?

A. Sự dẫn điện của chất khí gọi là tự lực nếu nó có thể xảy ra và duy trì được khi đốt nóng mạnh chất khí để phun các hạt tải điện vào nó.

B. Sự dẫn điện của chất khí gọi là tự lực nếu nó có thể xảy ra và duy trì được mà không cần các hạt tải điện vào nó.

C. Sự phóng điện tự lực của chất khí xảy ra khi có hiện tượng nhân hạt tải điện để tự tạo ra các hạt tải điện mới, làm tăng số lượng hạt tải điện khiến chất khí trở nên dẫn điện tốt.

D. Tùy thuộc cách tạo ra các hạt tải điện mới, sự phóng điện tự lực của chất khí được phân thành ba kiểu chính: phóng điện ẩn, phóng điện hồ quang, phóng điện tia lửa hay gọi tắt là tia điện.

5.4. Câu nào dưới đây nói về phóng điện ẩn là không đúng?

A. Phóng điện ẩn là quá trình phóng điện tự lực trong chất khí mà hạt tải điện mới sinh ra là electron tự do thoát khỏi catốt do quá trình phát xạ nhiệt electron.

B. Phóng điện ẩn là quá trình phóng điện tự lực trong chất khí mà hạt tải điện mới sinh ra là electron tự do thoát khỏi catốt khi ion dương tới đập và catốt.

C. Phóng điện ẩn xảy ra khi dùng một nguồn điện có điện áp đủ cao, phóng điện qua chất khí ở áp suất đủ thấp, để ion nhận được từ điện trường ngoài một năng lượng đủ lớn trên quãng đường bay tự do của nó.

D. Phóng điện ẩn trong khí Ne hoặc He được sử dụng làm đèn phóng điện ẩn (đèn chứa khí catốt lạnh), làm bút thử điện, làm đèn trang trí, làm đèn ổn áp và làm đèn phát ra tia catốt.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.3. Chọn đáp án: A. Sự dẫn điện của chất khí gọi là tự lực nếu nó có thể xảy ra và duy trì được khi đốt nóng mạnh chất khí để phun các hạt tải điện vào nó.

5.4. Chọn đáp án: A. Phóng điện ẩn là quá trình phóng điện tự lực trong chất khí mà hạt tải điện mới sinh ra là electron tự do thoát khỏi catốt do quá trình phát xạ nhiệt electron.

Bài 6. DÒNG ĐIỆN TRONG BÁN DẪN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Bán dẫn và đặc tính của bán dẫn

a) *Bán dẫn:* Những chất mà electron hóa trị liên kết tương đối chặt với lõi nguyên tử. Chúng không thể xem là kim loại hay điện môi.

Thí dụ: Si, Ge, Te, Se, oxit kim loại...

b) *Đặc điểm:*

- Điện trở suất giảm rất nhanh khi nhiệt độ tăng.
- Liên kết giữa hai nguyên tử trong tinh thể là liên kết cộng hóa trị.

c) *Hạt tải điện trong bán dẫn*

- Electron và lỗ trống.
- Để tạo được một cặp electron – lỗ trống cần có một năng lượng gọi là khe năng lượng E_G của chất bán dẫn.

2. Sự dẫn điện của bán dẫn tinh khiết

- Nếu trong mạch tinh thể có một loại nguyên tử (Si), thì ta gọi đó là bán dẫn tinh khiết.
- Mật độ electron tự do và mật độ lỗ trống luôn bằng nhau. Bán dẫn tinh khiết còn được gọi là bán dẫn loại i.
- Dòng điện trong bán dẫn tinh khiết là dòng chuyển dời có hướng của electron tự do ngược chiều điện trường và lỗ trống cùng chiều điện trường.
- Độ dẫn điện của bán dẫn tinh khiết tăng khi nhiệt độ tăng.
- Cặp electron – lỗ trống còn phát sinh khi ta chiếu ánh sáng có bước sóng thích hợp vào bán dẫn. Do đó, điện trở suất của bán dẫn giảm khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào, đó là hiện tượng quang dẫn.

3. Sự dẫn điện của bán dẫn tạp chất

Bán dẫn tạp chất: Bán dẫn mà hạt tải điện chủ yếu do tạp chất sinh ra.

a) Bán dẫn loại n: Nguyên tử tạp chất có nhiều electron hóa trị hơn nguyên tử bán dẫn. Mật độ electron lớn hơn nhiều so với mật độ lỗ trống. Phần tử dẫn điện cơ bản là electron.

b) Bán loại p: Chất bán dẫn mà mật độ lỗ trống lớn hơn nhiều so với mật độ electron. Phần tử dẫn điện cơ bản là lỗ trống.

- Lưu ý: Sự dẫn điện của bán dẫn pha tạp chất hầu như không phụ thuộc vào nhiệt độ.

4. Lớp chuyển tiếp p – n

a) Lớp tiếp xúc giữa hai loại bán dẫn p và n.

Khi có hai loại bán dẫn n và p tiếp xúc với nhau thì do sự khuyếch tán, các electron từ n sang p, còn lỗ trống từ p sang n, làm cho sát hai bên của lớp tiếp xúc miền n tích điện dương còn miền p tích điện âm. Tạo ra một lớp dẫn điện rất kém gọi là lớp ngăn. Lớp ngăn có tính dẫn điện một chiều từ p sang n

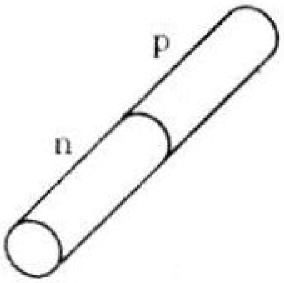
b) Tính dẫn điện một chiều của lớp tiếp xúc p – n:

- Nối hai đầu mẫu bán dẫn p – n vào một nguồn điện một chiều bên ngoài, sao cho cực dương của nguồn nối với bán dẫn loại p còn cực âm nối với bán dẫn loại n. Trong mạch có dòng điện có cường độ dương gọi là dòng điện thuận.

- Đổi cực của nguồn điện, dòng điện trong mạch rất nhỏ. Gọi là dòng điện ngược.
- Lớp tiếp xúc p – n có tính dẫn điện chủ yếu theo một chiều từ p sang n.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

6.1. Một tiếp giáp p – n giữa hai vật liệu bán dẫn khác nhau dưới dạng các trụ giống nhau với bán kính 0,165mm như hình bên. Trong một ứng dụng, có $3{,}50.10^{15}$ electron chạy qua lớp tiếp giáp trong 1s từ miền n sang miền p và $2{,}25.10^{15}$ lỗ trống chạy qua trong 1s từ miền p sang miền n. (Một lỗ trống có tác dụng như một hạt mang điện tích $+1{,}60.10^{-19}$C). Hỏi dòng tổng cộng và mật độ dòng?



Giải

Cường độ dòng điện chạy qua lớp tiếp xúc:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N_1 + N_2}{t} = \frac{(3{,}5.10^{15} + 2{,}25.10^{15}).1{,}6.10^{-19}}{1}$$

$$= 0{,}92.10^{-3}\text{A} = 0{,}92\text{mA}$$

6.2. Ở nhiệt độ phòng, bán dẫn silic có mật độ hạt tải điện $n_i = 2{,}4.10^{16}\text{m}^{-3}$. Tính mật độ electron n_n và mật độ lỗ trống p_n trong bán dẫn silic khi pha tạp phôtpho với mật độ $n_d = 1{,}2.10^{20}\text{m}^{-3}$. Cho biết silic có 4 electron hoá trị, phôtpho có 5 electron hóa trị và mỗi nguyên tử phôtpho đều cho một hạt tải điện (electron).

Giải

Đối với bán dẫn loại n người ta có công thức:

$$n_n.p_n = n_i^2 = (2{,}4.10^{16})^2 = 5{,}76.10^{32}$$

Mỗi nguyên tử phốtpho cho một hạt tải điện (electron) nên mật độ electron n_n trong bán dẫn silic pha tạp phôtpho sẽ bằng mật độ tạp đonơ n_d, tức là:

$$n_n = n_d = 1{,}2.10^{20}\text{m}^{-3}$$

Mật độ lỗ trống trong bán dẫn bằng:

$$p_n = \frac{n_i^2}{p_n} = \frac{5{,}76.10^{32}}{1{,}2.10^{20}} = 4{,}8.10^{12}\text{m}^{-3}$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.3. Câu nào dưới đây nói về bán dẫn đồng nhất là không đúng?

A. Bán dẫn đồng nhất có thể là bán dẫn riêng hoặc bán dẫn bù trừ.

B. Bán dẫn đồng nhất thường có điện trở suất nhỏ và hệ số nhiệt điện trở dương.

C. Bán dẫn đồng nhất thường có điện trở suất lớn và hệ số nhiệt điện trở âm.

D. Bán dẫn đồng nhất có thể dùng chế tạo điện trở nhiệt và điện trở quang.

6.4. Câu nào dưới đây nói về điện trở quang là không đúng?

A. Điện trở quang là linh kiện làm bằng màng bán dẫn bù trừ có độ dày khoảng cỡ vài chục micrômet, trên có hai điện cực kim loại.

B. Điện trở quang là linh kiện sử dụng tính chất điện trở thay đổi theo cường độ chiếu sáng.

C. Điện trở quang là linh kiện có điện trở lớn và bề mặt rộng. Khi chiếu ánh sáng thích hợp vào điện trở quang thì điện trở của nó tăng mạnh.

D. Điện trở quang được dùng phổ biến trong kĩ thuật tự động hóa.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.3. Chọn đáp án: B. Bán dẫn đồng nhất thường có điện trở suất nhỏ và hệ số nhiệt điện trở dương.

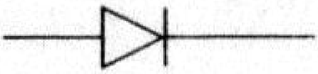
6.4. Chọn đáp án: C. Điện trở quang là linh kiện có điện trở lớn và bề mặt rộng. Khi chiếu ánh sáng thích hợp vào điện trở quang thì điện trở của nó tăng mạnh.

Bài 7. LINH KIỆN BÁN DẪN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Điôt bán dẫn:

Dụng cụ bán dẫn có một lớp tiếp xúc p – n.

Kí hiệu:  *a) Điôt chỉnh lưu:* Thường dùng để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

b) Phôtôđiôt: Ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu vào lớp chuyển tiếp p–n tạo thêm các cặp electron và lỗ trống. Do đó, nếu điốt mắc vào hiệu điện thế ngược thì dòng điện qua lớp chuyển tiếp p–n tăng lên rõ nét khi có ánh sáng thích hợp. Ứng dụng điều này người ta chế tạo phôtôđiôt dùng làm cảm biến ánh sáng.

c) Pin Mặt Trời.

d) Điôt phát quang.

e) Pin nhiệt điện bán dẫn.

2. Tranzito

a) Cấu tạo: Là dụng cụ bán dẫn được cấu tạo từ 3 phần, có tính dẫn điện khác nhau.

Thí dụ: Tranzito n – p – n hoặc tranzito p – n – p.

b) Hoạt động:

- Phần giữa của tranzito gọi là cực gốc hay bazơ (B), một phần bên cạnh gọi là cực phát hay êmitơ (E) phần kia gọi là cực góp hay côlectơ (C). Cực B dày cỡ μm điện trở suất lớn.
- Tranzito dùng trong mạch: Khuếch đại dao động, máy phát dao động.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.1. Câu nào dưới đây nói về điôt phát quang (LED) là không đúng?

A. Điôt phát quang là linh kiện bán dẫn khi có dòng điện chạy qua thì nó sẽ phát ra ánh sáng.

B. Điôt phát quang là linh kiện bán dẫn có khả năng biến năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện.

C. Điôt phát quang làm bằng một số vật liệu bán dẫn như GaP (gali – phôtpho), GaAs (gali – asen), ... và thường dùng trong các bộ chỉ thị hiện số, các bộ điều khiển từ xa.

D. Điôt phát quang được chế tạo đặc biệt có thể trở thành nguồn laze bán dẫn hiện đang dùng phổ biến trong các thiết bị nghe nhìn.

7.2. Câu nào dưới đây nói về hiệu ứng trường và tranzito trường là không đúng?

A. Hiệu ứng trường là hiện tượng thay đổi điện dẫn suất của lớp mặt ngoài bán dẫn dưới tác dụng của điện trường hướng song song với bề mặt tấm bán dẫn.

B. Tranzito trường là linh kiện bán dẫn có khả năng khuếch đại tín hiệu điện dựa trên hiệu ứng trường.

C. Tranzito trường gồm hai loại: Tranzito trường có kênh khuếch tán loại n và tranzito trường có kênh cảm ứng loại n.

D. Tranzito trường có thể hoạt động như một tắt bật điện tử điều khiển bởi thế V_G của cực cổng G.

III. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.1. Chọn đáp án: B. Điôt phát quang là linh kiện bán dẫn có khả năng biến năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện.

7.2. Chọn đáp án: A. Hiệu ứng trường là hiện tượng thay đổi điện dẫn suất của lớp mặt ngoài bán dẫn dưới tác dụng của điện trường hướng song song với bề mặt tấm bán dẫn.

Chương IV. TỪ TRƯỜNG

Bài 1. TỪ TRƯỜNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Lực từ

- Tương tác giữa hai nam châm hoặc giữa một nam châm và một dòng điện hoặc giữa hai dòng điện gọi là tương tác từ.
- Tương tác từ là tương tác giữa hai điện tích chuyển động (hai dòng điện) ngoài tương tác tĩnh điện và tương tác hấp dẫn giữa chúng.
- Lực từ là lực tương tác: giữa hai nam châm hoặc giữa một nam châm và một dòng điện hoặc giữa hai dòng điện.

2. Từ trường

- Xung quanh một nam châm hay một dòng điện tồn tại từ trường.
- Từ trường là một dạng vật chất mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong khoảng không gian có từ trường.
- Tại một điểm trong khoảng không gian có từ trường, hướng của từ trường là hướng Nam – Bắc của vị trí cân bằng của nam châm nhỏ đặt tại đó.
- Cảm ứng từ: Phương của nam châm thử nằm cân bằng tại một điểm trong từ trường là phương của vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của từ trường tại điểm đó. Qui ước lấy chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thử là chiều của $\vec{B}$.

3. Đường sức từ

- Định nghĩa: Đường sức từ là đường được vẽ sao cho tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường cũng trùng với hướng của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.
- Tính chất:

  * Qua một điểm chỉ có thể vẽ được một và chỉ một đường sức.

  * Các đường sức từ không cắt nhau.

  * Đường sức từ là những đường cong kín. Trong trường hợp nam

châm, ở ngoài nam châm các đường sức từ đi ra từ cực Bắc, đi vào ở cực Nam của nam châm.

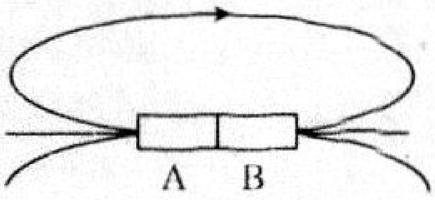
* Ở chỗ nào từ trường mạnh thì đường sức từ phân bố dày

4. Từ trường đều

Một từ trường mà vectơ cảm ứng từ bằng nhau tại mọi điểm gọi là từ trường đều.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

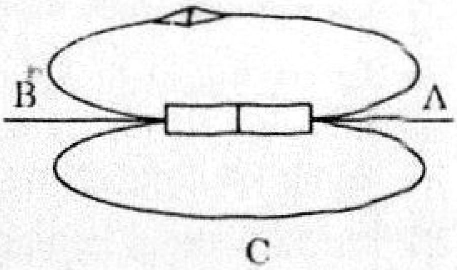
1.1. Biết chiều một đường sức từ của thanh nam châm thẳng như trên hình. Hãy xác định tên các cực từ của thanh nam châm.



Giải

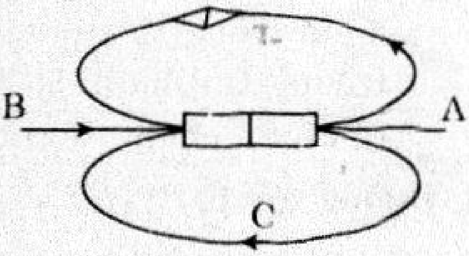
Ở ngoài nam châm đường cảm ứng từ đi vào cực Nam. Vậy đầu B của thanh nam châm là cực Nam, đầu A là cực Bắc của nam châm.

1.2. Hình vẽ cho biết một số đường sức từ của thanh nam châm thẳng. Hãy dùng mũi tên chỉ chiều đường sức từ tại các điểm A, B, C và ghi tên các từ cực của nam châm chữ I. Qui ước phần tô đậm của nam châm thử là cực Bắc của nam châm đó.



Giải

Căn cứ vào sự định hướng của kim nam châm thử đã cho ta thấy chiều đường sức đi từ phía A sang phía B. Nghĩa là cực Bắc của thanh nam châm thẳng nằm bên phải. Nên chiều đường cảm ứng từ qua ba điểm A, B, C như hình vẽ.

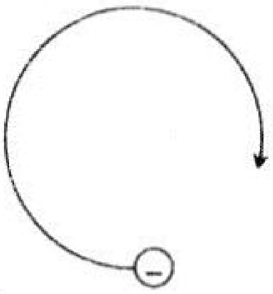


III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Một la bàn được đặt tại hướng Đông của một dây dẫn điện. Khi electron di chuyển qua sợi dây, cực bắc của kim la bàn hướng chệch về phía nam. Chiều dòng điện theo quy ước của sợi dây là

A. hướng Đông
B. hướng xuống
C. hướng Tây
D. hướng lên

1.4. Một vật nhiễm điện chuyển động theo chiều kim đồng hồ. Chiều nào là chiều của từ trường?



A. hướng về đầu trang giấy.

B. hướng về cuối trang giấy.

C. ra khỏi trang giấy.

D. đi vào trang giấy.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Chọn đáp án: B. hướng xuống

1.4. Chọn đáp án: C. ra khỏi trang giấy

Bài 2. PHƯƠNG VÀ CHIỀU CỦA LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÒNG ĐIỆN

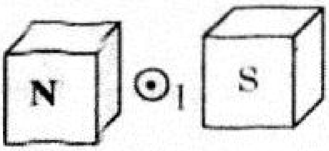
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

Lực điện từ F tác dụng lên đoạn dòng điện (I là cường độ dòng điện qua đoạn dây dẫn MN đủ nhỏ theo chiều từ M đến N) đặt trong từ trường, tại vị trí có từ cảm bằng B:

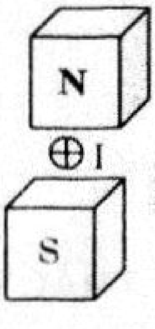
- *Phương của lực từ:* Vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dòng điện và cảm ứng từ B tại điểm khảo sát.
- *Chiều của lực từ:* Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

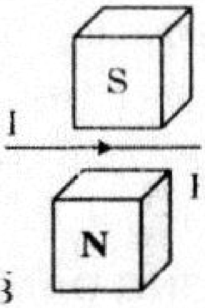
2.1. Xác định hướng của lực từ trong các trường hợp sau:



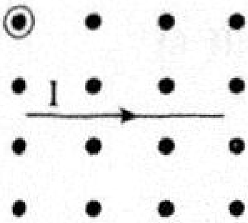
Hình 1



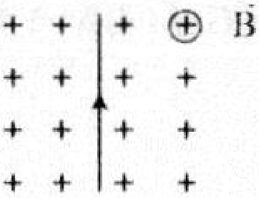
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5

Qui ước chiều dòng điện:

* Dấu ⊕: dòng điện tiến ra sau trang giấy.

* Dấu ⊙: dòng điện tiến ra trước trang giấy.

Giải

* Trường hợp hình thứ nhất. Từ cảm B nằm ngang hướng từ trái sang phải. Áp dụng qui tắc bàn tay trái ta tìm được lực từ hướng thẳng đứng từ dưới lên trên.

* Trường hợp hình thứ hai. Từ cảm B hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới. Áp dụng qui tắc bàn tay trái ta tìm được lực từ nằm ngang hướng từ phải sang trái.

* Trường hợp hình thứ ba. Từ cảm B hướng thẳng đứng từ dưới lên trên. Áp dụng qui tắc bàn tay trái ta tìm được lực từ nằm ngang hướng từ trong ra ngoài.

* Trường hợp hình thứ tư. Áp dụng qui tắc bàn tay trái ta tìm được lực từ hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới.

* Trường hợp hình thứ năm. Áp dụng qui tắc bàn tay trái ta tìm được lực từ nằm ngang hướng từ phải sang trái.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.2. Một sợi dây điện đặt thẳng đứng mang dòng điện chạy từ dưới lên qua một từ trường hướng về phía Bắc. Lực từ tác dụng lên sợi dây hướng về phía?

A. Nam B. Bắc C. Đông D. Tây

2.3. Một quan sát viên đi qua một electron đứng yên: máy đo của quan sát viên đó phát hiện được:

A. chỉ có từ trường.

B. chỉ có điện trường.

C. cả điện trường và từ trường.

D. hoặc điện trường hoặc từ trường.

Trường hợp nào đúng nhất?

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.2. Chọn đáp án: D. Tây

2.3. Chọn đáp án: C. Cả điện trường và từ trường.

Bài 3. CẢM ỨNG TỪ - ĐỊNH LUẬT AMPE

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Cảm ứng từ B

Tại mỗi điểm trong không gian có từ trường xác định một vectơ cảm ứng từ (từ cảm) $\vec{B}$:

+ Có hướng trùng với hướng của từ trường.

+ Có độ lớn: $B = \dfrac{F}{Il\sin\alpha}$, với F là độ lớn của lực điện từ tác dụng lên phần tử dòng điện có độ dài *l*, cường độ dòng điện I đặt hợp với hướng của đường sức từ một góc α.

+ Đơn vị cảm ứng từ:

Hệ SI: Tesla; kí hiệu: T; $1T = \dfrac{1N}{1A.m}$

2. Lực điện từ $\vec{F}$ tác dụng lên phần tử dòng điện $I.\vec{MN}$ (I là cường độ dòng điện qua đoạn dây dẫn MN đủ nhỏ theo chiều từ M đến N) đặt trong từ trường, tại vị trí có từ cảm bằng $\vec{B}$

Độ lớn: $F = I.(MN).B.\sin|\alpha|$; $\alpha = (\vec{MN}, \vec{B})$

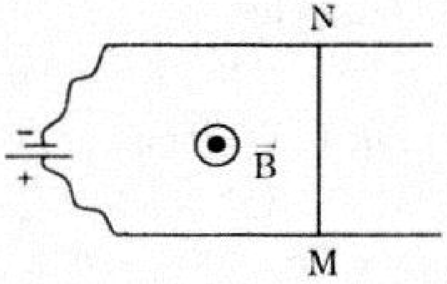
3. Nguyên lí chồng chất từ trường

Giả sử ta có hệ n nam châm (hay dòng điện), Tại điểm M, từ trường chỉ của nam châm thứ nhất là $\vec{B}_1$, của nam châm thứ hai là $\vec{B}_2$,..., của nam châm thứ n là $\vec{B}_n$. Gọi $\vec{B}$ là từ trường của hệ tại M thì:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + ... + \vec{B}_n$$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

3.1. Một thanh nhôm dài 2,0m, khối lượng 0,10kg chuyển động trong từ trường đều và luôn tiếp xúc với hai thanh ray đặt nằm ngang như hình. Từ trường có phương thẳng đứng và hướng từ dưới lên trên. Hệ số ma sát giữa thanh nhôm MN và hai thanh ray là k = 0,40; B = 0,04T. Thanh nhôm chuyển động đều.

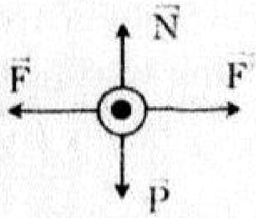


a) Thanh nhôm chuyển động về phía nào?

b) Tính cường độ dòng điện trong thanh nhôm? Coi rằng trong khi thanh nhôm chuyển động, điện trở của mạch điện không đổi Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Thanh nhôm chịu tác dụng của 4 lực:



* Trọng lực:

$$P = m.g = 0,1.10 = 1N$$

* Phản lực vuông góc $N = P = 1N$

* Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn:

$$F = B.\ I.l.\sin\alpha = 0,04.I.2,0 = 0,08.I$$

* Lực ma sát nghỉ: $F' < \mu.N = 0,4.1 = 0,4N$

Dòng điện I chạy từ M đến N. Áp dụng qui tắc bàn tay trái thì lực từ F hướng từ trái sang phải. Thanh nhôm chuyển động về phía trái

Điều kiện để thanh trượt đều:

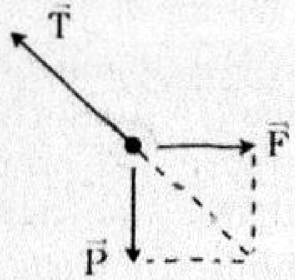
$$F = F'_{max} \Rightarrow 0,08I = 0,4 \Rightarrow I = 5A$$

Vậy cường độ dòng điện trong thanh nhôm là 5A.

3.2. Giữa hai cực nằm ngang của một nam châm, người ta treo một dây dẫn dài $l = 20cm$, khối lượng $m = 20g$ bằng hai sợi dây mảnh; vectơ cảm ứng từ có phương thẳng đứng và có độ lớn $B = 0,20T$. Coi từ trường là đều và toàn bộ đoạn dây nằm trong từ trường. Hỏi các dây treo lệch khỏi phương thẳng đứng một góc bao nhiêu nếu $I = 5A$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Dây dẫn l chịu tác dụng của 4 lực:



* Trọng lực:

$$P = m.g = 20.10^{-3}.10 = 0,2N$$

* Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn:

$$F = B.\ I.l.\sin\alpha = 0,2.5.0,2.1 = 0,2N$$

* Hai lực căng dây $T_1 = T_2$.

* Thay hai lực này bằng một lực căng dây là T thì dây dẫn l chịu tác dụng của 3 lực như hình vẽ:

Điều kiện cân bằng:

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0 \Rightarrow tg\beta = \frac{F}{P} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

Vậy các dây treo lệch khỏi phương thẳng đứng một góc 45° thì cân bằng.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Một sợi dây dài 2,0m có dòng điện I đặt nghiêng một góc 30° so với một từ trường đều B ($B = 5.10^{-3}T$). Lực từ tác dụng lên dây bằng 0,16N. Giá trị cường độ dòng điện I bằng:

A. 20A B. 2.10^{-5}A C. 10 A D. 500A

3.4. Một dây tải điện nằm ngang, có dòng điện I chạy qua theo hướng từ Nam tới Bắc. Từ trường Trái Đất (80,0μT) hướng về phương Bắc, và nghiêng chúc xuống dưới, hợp với đường nằm ngang góc 30°. Cường độ lực từ do từ trường Trái Đất tác dụng lên 200m dây là 10N. Cường độ dòng điện I bằng:

A. 625A B. 1250A C. 2500A D. 1,25A

3.5. Một đoạn dây dẫn dài l có dòng điện 15,0A đặt nghiêng một góc 30° so với một từ trường đều B ($B = 5.10^{-3}T$). Lực từ tác dụng lên dây là 0,15N. Chiều dài đoạn dây dẫn đó bằng:

A. 2m B. 0,25m C. 1m D. 4m

IV.HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Chọn đáp án: A. 20A

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn:

$$F = BIl\sin\alpha \Rightarrow 5.10^{-3}.I.2.0,5 = 0,10 \Rightarrow I = 20A$$

3.4. Chọn đáp án: B. 1250A

Cường độ lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn:

$$F = B.\ I.l.\sin\alpha \Rightarrow 80.\ 10^{-6}.I.200.0,5 = 10$$

$$\Rightarrow \quad I = 1250A$$

3.5. Chọn đáp án: D. 4m

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn:

$$F = BIl\sin\alpha \Rightarrow 5.10^{-3}.15.l.0,5 = 0,15 \Rightarrow l = 4m.$$

Bài 4. TỪ TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ DÒNG ĐIỆN CÓ DẠNG ĐƠN GIẢN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Từ cảm $\vec{B}$ của dòng điện thẳng dài

- Từ trường của dòng điện thẳng rất dài là những đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc với dây dẫn có dòng điện và có tâm nằm trên dòng điện.
- Chiều của từ trường được xác định bởi qui tắc:

  * Đặt bàn tay phải sao cho ngón tay cái nằm dọc theo dây dẫn chỉ chiều dòng điện, khi đó các ngón tay khum lại cho ta chiều của các đường sức từ.

  * Đặt cái đinh ốc dọc theo dây dẫn. Quay cái đinh ốc sao cho nó tiến theo chiều dòng điện, thì chiều quay của cái đinh ốc là chiều của các đường sức từ.
- Độ lớn (cường độ): $B = 2.10^{-7}\dfrac{I}{r}$

  * I: là cường độ dòng điện qua dây dẫn (A).

  * r: là khoảng cách từ điểm khảo sát đến dây dẫn (m).

2. Từ trường của dòng điện tròn

- Chiều của từ trường được xác định bởi qui tắc:

  * Các đường sức từ của dòng điện tròn có chiều đi vào mặt Nam và đi ra mặt Bắc của dòng điện tròn ấy. Mặt Nam của dòng điện tròn là mặt khi nhìn vào ta thấy dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ còn mặt Bắc thì ngược lại.

  * Đặt cái đinh ốc dọc theo trục của khung, quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung, thì chiều tiến của cái đinh ốc là chiều của các đường sức xuyên qua mặt phẳng dòng điện.
- Độ lớn (cường độ): $B = 2p.10^{-7}\dfrac{I}{R}$

  * R: là bán kính đường tròn của vòng dây dẫn (m).

3. Từ trường của dòng điện trong ống dây

Công thức tính cảm ứng từ: $B = 4\pi.10^{-7}nI$

* $n = \dfrac{N}{l}$: số vòng dây trên 1m chiều dài.

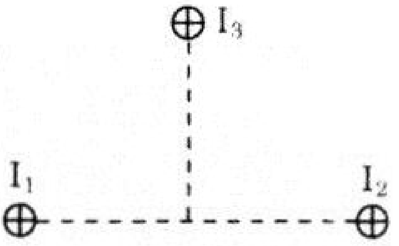
Chú ý:

- * Các công thức nêu trên áp dụng cho môi trường chân không hoặc không khí.
- * Nếu xung quanh dòng điện có một môi trường đồng chất chiếm đầy khoảng không gian thì thực nghiệm cho biết lúc đó cảm ứng từ tại M có giá trị là: $B' = \mu.B$

  μ: là một hệ số gọi là độ từ thẩm của môi trường.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

4.1. Cho ba dòng điện thẳng song song cách đều nhau và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Khoảng cách từ điểm M đến ba dòng điện được cho trên hình là bằng nhau. Hãy xác định vectơ cảm ứng từ tại M trong hai trường hợp:

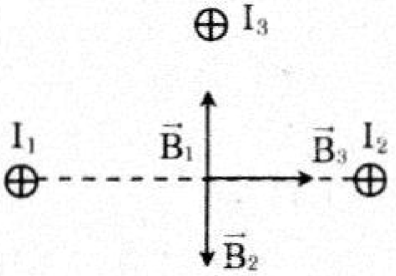


a) Cả ba dòng điện đều hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

b) I_1 hướng ra phía sau, I_1 và I_3 hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

Giải

a) Tại tâm M có ba cảm ứng từ $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$, $\vec{B}_3$ của ba dòng điện I_1, I_2, I_3 như hình vẽ.



$$B_1 = B_2 = B_3 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{R_1}$$

$$= 2.10^{-7}\frac{40}{0,02} = 4.10^{-4}\,T$$

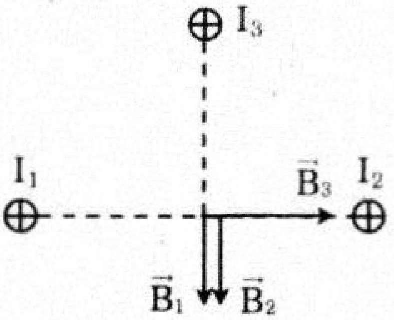
Do $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$ nên $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{B}_3$

$$B = 4.10^{-4}\,T$$

b) $\vec{B}_1$ cùng hướng $\vec{B}_2$ nên cảm ứng từ tổng hợp tại M cùng hướng với $\vec{B}_1$.

Độ lớn:

$$B = B_1 + B_2 = 8.10^{-4}\,T$$



$\vec{B}_{12}$ vuông góc với $\vec{B}_3$ nên cảm ứng từ tổng hợp tại M có độ lớn:

$$B = \sqrt{B_{12}^2 + B_3^2} = \sqrt{(8.10^{-4})^2 + (4.10^{-4})^2} = 8,94.10^{-4}\,T$$

4.2. Có một dây đồng dài 40m đường kính 0,8mm, lớp sơn cách điện bên ngoài rất mỏng. Người ta dùng dây đồng này để quấn một ống dây dài. Hỏi nếu muốn từ trường trong lòng ống dây có cảm ứng từ $B = 6{,}28.10^{-3}T$ thì phải đặt ống dây vào hiệu điện thế là bao nhiêu? Cho biết điện trở suất của đồng là $\rho = 1{,}76.10^{-8}\Omega m$. Coi rằng các vòng dây được quấn sát nhau.

Giải

Hiệu điện thế cần tìm: $U = RI$

Điện trở của sợi dây đồng: $R = \rho\frac{l}{S} = \rho\frac{4l}{\pi.d^2}$

Công thức cảm ứng từ trong lòng ống dây:

$$B = 4\pi.10^{-7}nI$$

Do lớp sơn cách điện bên ngoài rất mỏng nên số vòng dây trên một mét chiều dài: $n = \frac{1}{d}$

Từ 4 công thức trên suy ra:

$$U = \frac{\rho Bl}{10^{-7}.\pi^2.d} = \frac{1{,}76.10^{-8}.6{,}28.10^{-3}.40}{10^{-7}.3{,}14^2.0{,}8.10^{-3}} = 5{,}6V$$

4.3. Hai dòng điện chạy theo cùng một chiều trong hai dây dẫn thẳng, dài vô hạn, song song cách nhau CD = 50cm trong chân không, lần lượt có $I_1 = 3A$, $I_2 = 2A$. Xác định cảm ứng từ tại điểm M cách dòng I_1 30cm, cách dòng I_2 40cm.

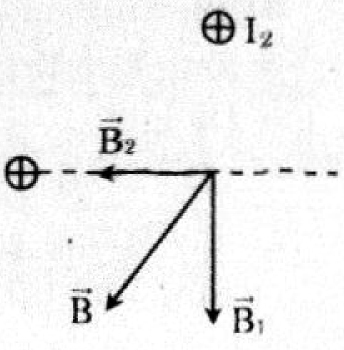
Giải

Nhận xét:

$$CM^2 + DM^2 = 30^2 + 40^2 = 50^2 = CD^2$$

Tam giác CMD vuông tại M.

Tại M có hai từ cảm $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ của hai dòng điện I_1, I_2 vuông góc nhau như hình vẽ.



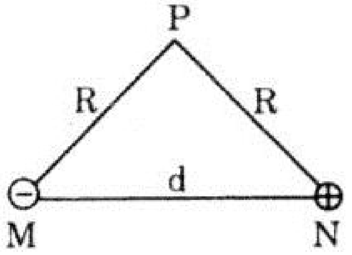
$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{R_1} = 2.10^{-7}\frac{3}{0{,}3} = 2.10^{-6}T$$

$$B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{R_2} = 2.10^{-7}\frac{2}{0{,}4} = 1{,}0.10^{-6}T$$

Cảm ứng từ tổng hợp tại M có độ lớn:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(2.10^{-6})^2 + (1.10^{-6})^2} = 2{,}24.10^{-6}T$$

4.4. Hình vẽ hai dây dẫn dài song song, mang dòng điện I_1 và I_2 ngược chiều nhau. Xác định chiều và độ lớn của từ trường tổng hợp tại điểm P. Khi tính, lấy các giá trị sau đây: $I_1 = I_2 = 15A$; d = 6,0cm, R = 5,0cm.

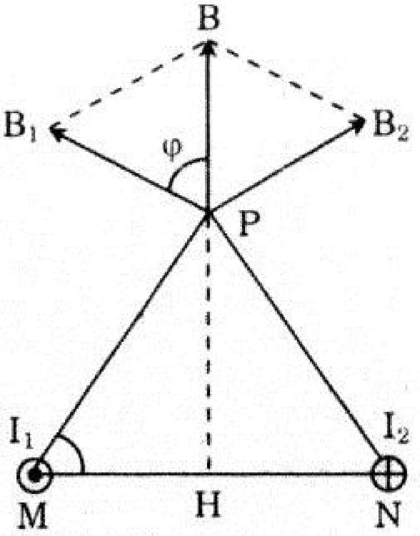


Giải

Tam giác MPN cân tại P suy ra:

$$\cos\varphi = \frac{MH}{MP} = \frac{d/2}{R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

Tại P có hai từ cảm $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ của hai dòng điện I_1, I_2 hợp với nhau một góc $\alpha = 2\varphi$ như hình vẽ.



$$B_1 = B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{R}$$

$$= 2.10^{-7}\frac{15}{0,05} = 6.10^{-5}T$$

Do $B_1 = B_2$ nên cảm ứng từ tổng hợp tại M có độ lớn có hướng vuông góc với MN, có độ lớn:

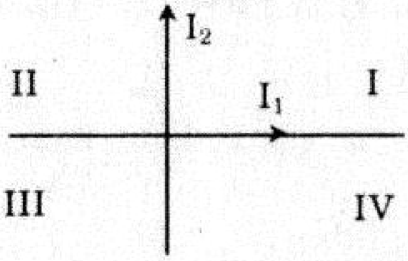
$$B = 2B_1\cos\varphi = 2.6.10^{-5}.0,6 = 7,2.10^{-5}T$$

III BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.5. Một ống dây điện thẳng, dài 95cm, đường kính 4,0cm có 1200 vòng dây mang dòng điện I, từ trường bên trong ống là B = 5,71mT. Tính cường độ dòng điện I.

A. 1,80A B. 11,3A C. 1.15A D. 3,60A

4.6. Hai dòng điện I_1 và I_2 chạy trong hai dây dẫn thẳng dài vuông góc có chiều như hình bên. Cảm ứng từ của hai dòng điện ấy ngược hướng tại miền:



A. I B. I và II

C. I và III D. I và IV hoặc II và IV

IV HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.5. Chọn đáp án: D. 3,60A

Công thức cảm ứng từ trong lòng ống dây:

$$B = 4\pi.10^{-7}nI \Rightarrow 5,71.10^{-3} = 4.3,14.10^{-7}.1200I/0,95$$

$$\Rightarrow \quad I = 3,6A$$

4.6. Chọn đáp án: C. I và III.

Bài 5. TƯƠNG TÁC GIỮA HAI DÒNG ĐIỆN THẲNG SONG SONG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hai dây dẫn thẳng dài song song, có hai dòng điện cùng chiều thì hút nhau, ngược chiều thì đẩy nhau.

2. Lực từ tác dụng giữa hai dây dẫn thẳng có dòng điện:

Lực từ $\vec{F}_1$ của dòng điện I_1 tác dụng lên đoạn l = CD:

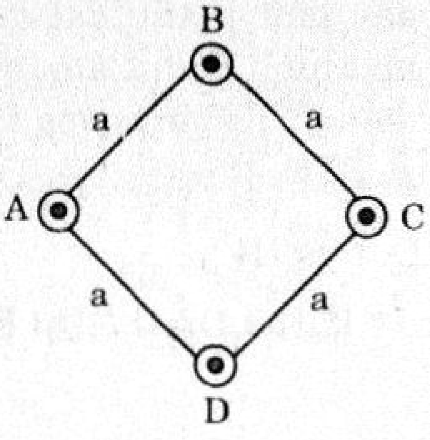
- Điểm đặt: trung điểm M đoạn CD.
- Phương: nằm trong mặt phẳng hình vẽ vuông góc với CD.
- Chiều: hướng từ trái sang phải như hình vẽ.
- Độ lớn: $F_1 = B_1.I_2.l = 2.10^{-7}.I_1.I_2.\dfrac{l}{r}$

Nếu: l = 1m $\qquad F_1 = 2.10^{-7}.\dfrac{I_1.I_2}{r}$

3. **Định nghĩa ampe:** Ampe là cường độ của dòng điện không đổi khi chạy trong hai dây dẫn thẳng tiết diện nhỏ, rất dài, song song với nhau và cách nhau 1m trong chân không thì trên mỗi mét dài của mỗi dây có một lực từ bằng 2.10^{-7}N tác dụng.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

5.1. Hình bên mô tả 4 dây điện song song, có cùng dòng điện I = 40A cùng chiều chạy qua đặt vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, tiết diện ngang của chúng tạo nên bốn đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh a = 2cm. Xác định chiều của lực tác dụng lên một mét dây qua điểm C, do dòng điện trên ba dây kia gây ra.



Giải

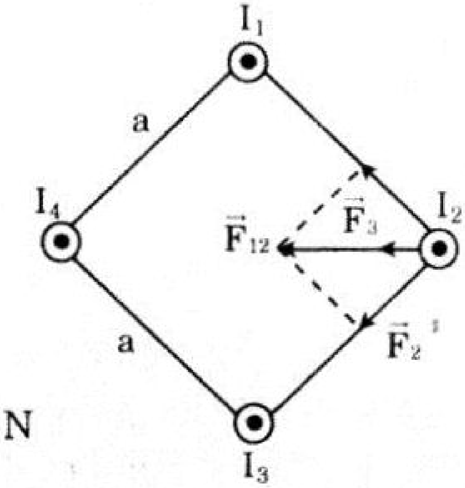
Do hai dòng điện I_1, I_2 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ nhất hút dây thứ hai một lực có độ lớn:

$$F_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{a} = 2.10^{-7}\frac{40.40}{0,02} = 1,6.10^{-2}N$$

Do hai dòng điện I_3, I_2 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ ba hút dây thứ hai một lực có độ lớn:

$$F_2 = F_1 = 1,6.10^{-2}N$$

Do hai dòng điện I_4, I_2 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ nhất hút dây thứ hai một lực có độ lớn:



$$F_3 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{a\sqrt{2}}$$

$$= 2.10^{-7}\frac{40.40}{0,02\sqrt{2}} = 1,13.10^{-2}N$$

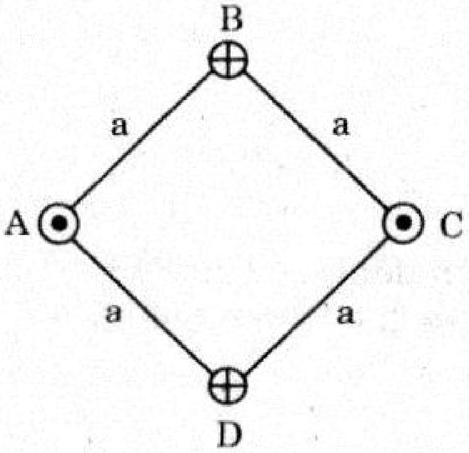
Hợp lực của hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cùng hướng với $\vec{F}_3$ và có độ lớn:

$$F_{12} = F_1\sqrt{2} = 1,6.10^{-2}\sqrt{2} \approx 2,26.10^{-2}N$$

Lực từ tổng hợp tác dụng lên mỗi mét chiều dài của dòng điện I_2 hướng về dây dẫn có dòng điện I_4 và có độ lớn:

$$F = F_{12} + F_3 = 2,26.10^{-2} + 1,13.10^{-2} = 3,39.10^{-2}N$$

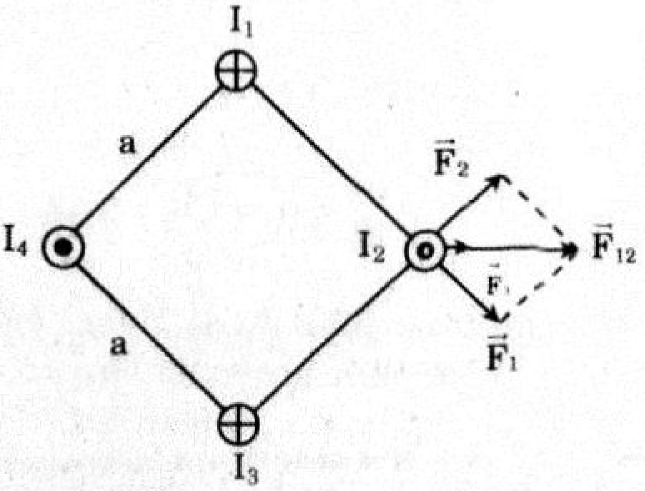
5.2. Hình bên mô tả 4 dây điện song song, có cùng dòng điện I = 20A chạy qua đặt vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, tiết diện ngang của chúng tạo nên bốn đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh a = 4cm. Xác định chiều của lực tác dụng lên một mét dây qua điểm C, do dòng điện trên ba dây kia gây ra.



Giải

Do hai dòng điện I_1, I_2 ngược chiều nhau nên dây dẫn thứ nhất đẩy dây thứ hai một lực có độ lớn:

$$F_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{a} = 2.10^{-7}\frac{20.20}{0,04} = 0,2.10^{-2}N$$



Do hai dòng điện I_3, I_2 ngược chiều nhau nên dây dẫn thứ ba đẩy dây thứ hai một lực có độ lớn:

$$F_2 = F_1 = 0,2.10^{-2}N$$

Do hai dòng điện I_4, I_2 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ nhất hút dây thứ hai một lực có độ lớn:

$$F_3 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{a\sqrt{2}} = 2.10^{-7}\frac{20.20}{0,04\sqrt{2}} = 0,14.10^{-2}N$$

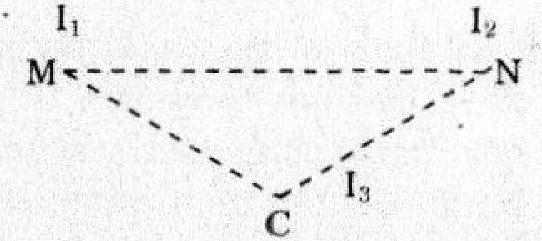
Hợp lực của hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ cùng hướng với $\vec{F}_3$ và có độ lớn:

$$F_{12} = F_1\sqrt{2} = 0,2.10^{-2}\sqrt{2} \approx 0,28.10^{-2}N$$

Lực từ tổng hợp tác dụng lên mỗi mét chiều dài của dòng điện I_2 hướng ra xa dây dẫn có dòng điện I_4 và có độ lớn:

$$F = F_{12} - F_3 = 0,28.10^{-2} - 0,14.10^{-2} = 0,14.10^{-2}N$$

5.3. Cho hai dòng điện thẳng song song cùng chiều I_1, I_2 nằm trong cùng mặt phẳng nằm ngang $I_1 = I_2 = 500A$. Hai điểm M, N trên hình là hai giao điểm của I_1, I_2 với mặt phẳng thẳng đứng P. Dây dẫn bằng đồng thẳng, dài, song song với I_1, I_2 xuyên qua mặt phẳng P tại điểm C, góc $\widehat{MCN} = 120^0$. Đường kính của dây đồng bằng 1,5mm. Cho dòng điện I_3 qua dây đồng cùng chiều với các dòng I_1, I_2. Hỏi nếu muốn cho lực từ tác dụng lên dòng I_3 cân bằng với trọng lượng của dây thì I_3 bằng bao nhiêu? Cho biết khối lượng riêng của đồng bằng $8,9g/cm^3$, MC = 10cm. Lấy $g = 10m/s^2$.



Giải

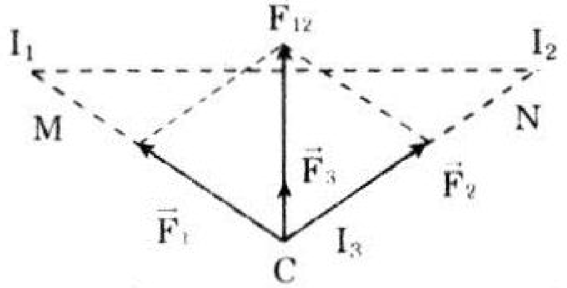
Xét trên một mét dây đồng.

Do hai dòng điện I_1, I_3 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ nhất hút dây thứ ba một lực có độ lớn:

$$F_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1I_3}{r} = 2.10^{-7}\frac{500.I_3}{MC} = \frac{10^{-4}.I_3}{MC}$$

Do hai dòng điện I_2, I_3 cùng chiều nhau nên dây dẫn thứ hai hút dây thứ ba một lực có độ lớn:

$$F_2 = F_1 = \frac{10^{-4}.I_3}{MC}$$



Hợp lực $\vec{F}$ của hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ ngược hướng với trọng lực $\vec{P}$ và có độ lớn: $F = F_2 = F_1 = \frac{10^{-4}.I_3}{MC}$

Vì $F_1 = F_2$ và hai lực $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ hợp nhau một góc 120^O

Điều kiện cân bằng: $F = P \Rightarrow \frac{10^{-4}.I_3}{0,1} = D.\frac{\pi d^2}{4}.10$

$$\frac{10^{-4}.I_3}{0,1} = 8900.\frac{3,14(1,5.10^{-3})^2}{4}.10 = 0,157 \Rightarrow I_3 = 157A$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.1. Hai dây dẫn thẳng song song dài vô hạn cách nhau 5cm, trong dây dẫn có hai dòng điện $I_1 = I_2 = I$. Lực đẩy tác dụng lên mỗi mét dài của mỗi dây là $2,56.10^{-4}$N. Xác định chiều và cường độ I.

A. Hai dòng điện cùng chiều có I = 8A

B. Hai dòng điện ngược chiều có I = 8A

C. Hai dòng điện cùng chiều có I = 64A

D. Hai dòng điện ngược chiều có I = 64A

5.2. Hai dây dẫn thẳng song song dài vô hạn cách nhau 10cm, trong có hai dòng điện I_1, $I_2 > I_1$. Với $I_1 + I_2 = 12A$. Lực hút tác dụng lên mỗi mét dài của mỗi dây là $0,64.10^{-4}$N. Xác định chiều và cường độ I_1, I_2.

A. Hai dòng điện cùng chiều có $I_1 = 5A$, $I_2 = 7A$

B. Hai dòng điện cùng chiều có $I_1 = 4A$, $I_2 = 8A$

C. Hai dòng điện ngược chiều có $I_1 = 2A$, $I_2 = 10A$

D. Hai dòng điện ngược chiều có $I_1 = 1A$, $I_2 = 12A$

IV HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.1 Chọn đáp án: B. Hai dòng điện ngược chiều có I = 8A

Do hai hai dây dẫn có dòng điện I_1, I_2 đẩy nhau nên chúng ngược chiều nhau.

$$F = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{r} \Rightarrow 2.10^{-7}\frac{I^2}{0,05} = 2,56.10^{-4} \Rightarrow I = 8A$$

5.5. Chọn đáp án: B. Hai dòng điện cùng chiều có $I_1 = 4A$, $I_2 = 8A$

Do hai hai dây dẫn có dòng điện I_1, I_2 đẩy nhau nên chúng ngược chiều nhau.

Công thức tính lực tương tác:

$$F = 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{r} \Rightarrow 2.10^{-7}\frac{I_1I_2}{0,1} = 0,64.10^{-4} \Rightarrow I_1I_2 = 32 \quad [1]$$

Mà: $I_1 + I_2 = 12A$ [2]

Từ [1] và [2], suy ra:

$I_1 = 8A$, $I_2 = 4A$ hoặc ngược lại $I_1 = 4A$, $I_2 = 8A$.

Bài 6. LỰC LOREN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Lực Loren: (Lorentz) Lực tác dụng lên điện tích chuyển động trong từ trường có:

* Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa vectơ vận tốc $\vec{v}$ của hạt mang điện và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

* Chiều (trường hợp điện tích dương) xác định theo qui tắc bàn tay trái: đặt bàn tay trái duỗi thẳng để cho các đường cảm ứng từ xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón tay trùng với chiều vectơ vận tốc của hạt, khi đó ngón tay cái choãi ra chỉ chiều của lực Loren (Nếu điện tích âm thì ngược lại).

* Độ lớn: $f = |q|.v.B.\sin\alpha$

+ $|q|$: độ lớn điện tích (C).

+ v: vận tốc của hạt (m/s).

+ B: cảm ứng từ (T).

+ α: góc hợp bởi $\vec{v}$ và $\vec{B}$ (α là góc không định hướng)

2. Ứng dụng của lực Loren

Sự lệch quỹ đạo của tia electron: Cách làm lệch tia electron bằng từ được sử dụng trong các ống điện tử của máy thu hình.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

6.1. Một hạt proton ($q = e$, $m = 1,67.10^{-27}$kg) chuyển động theo quỹ đạo tròn bán kính 2,50cm trong một từ trường B = 0,12T. Hãy tính:

a) Chu kỳ quay của nó.

b) Động năng của nó theo electron vôn.

c) Hiệu điện thế cần để gia tốc nó tới năng lượng như vậy.

Giải

a) Lực Loren tác dụng lên electron: $F = q.v.B$

Lực Loren đóng vai trò lực hướng tâm:

$$F = qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad v = \frac{e.B.R}{m} = \frac{1,6.10^{-19}.0,12.2,50.10^{-2}}{1,67.10^{-27}} = 2,9.10^5 \mathrm{m/s}$$

Chu kỳ quay của hạt proton:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi.m}{eB} = \frac{2.3,14.1,67.10^{-27}}{1,6.10^{-19}.0,12} = 5,46.10^{-7}\mathrm{s}$$

b) Động năng của hạt proton:

$$W = \frac{m.v^2}{2} = \frac{1,67.10^{-27}.(2,9.10^5)^2}{2} = 7,02.10^{-17}\mathrm{J} \approx 4,4.10^2\mathrm{eV}$$

c) Hiệu điện thế cần để gia tốc hạt α tới năng lượng như trên:

$$U = \frac{W}{e} = \frac{7,02.10^{-17}}{1,6.10^{-19}} \approx 440\mathrm{V}$$

6.2. Electron trong chùm tia của đèn hình của tivi có động năng là 12,0 keV. Đèn hình được đặt sao cho electron chuyển động trên đường nằm ngang theo hướng từ nam địa từ đến bắc địa từ. Thành phần thẳng đứng của địa từ hướng xuống dưới và có độ lớn là 55,0μT.

a) Hỏi chùm tia bị lệch theo chiều nào?

b) Gia tốc mà từ trường gây ra cho electron bằng bao nhiêu?

c) Chùm tia bị lệch đi bao xa, khi nó chuyển động trong đèn hình một đoạn 20cm.

Giải

a) Áp dụng qui tắc bàn tay trái dễ dàng nhận thấy lực từ tác dụng lên electron hướng từ Tây sang Đông.

b) Gia tốc a mà từ trường gây ra cho electron.

Vận tốc của electron:

$$W = \frac{m.v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2.12.1,6.10^{-16}}{9,1.10^{-31}}} = 6,5.10^7 \mathrm{m/s}$$

Lực Loren tác dụng lên electron: F = q.v.B

$$\Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \frac{e.v.B}{m} = \frac{1,6.10^{-19}.6,5.10^{7}.55.10^{-6}}{9,1.10^{-31}} = 6,3.10^{14}\,m/s^{2}$$

c) Thời gian để electron di chuyển 0,20m tính theo đường nằm ngang:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{0,20}{6,5.10^{7}} = 0,308.10^{-8}s$$

Độ lệch của chùm tia khi electron di chuyển 0,20m tính theo đường nằm ngang:

$$y = \frac{at^{2}}{2} = \frac{6,3.10^{14}(0,308.10^{-8})^{2}}{2} = 2,99.10^{-3}m = 2,99mm$$

6.3. Một electron động năng 3,0keV, chuyển động ngang theo hướng Nam – Bắc vào một miền có điện trường hướng xuống dưới và cường độ 13kV/m. Xác định chiều và độ lớn của từ trường (nhỏ nhất) làm cho electron tiếp tục chuyển động ngang. Bỏ qua lực hấp dẫn vì nó quá nhỏ.

Giải

Lực điện trường F_1 tác dụng lên electron hướng thẳng đứng lên trên. electron chuyển động đều trên phương nằm ngang nên lực Loren F_2 tác dụng lên electron hướng thẳng đứng xuống dưới. Áp dụng qui tắc bàn tay trái dễ nhận thấy cảm ứng từ B có phương nằm ngang, hướng từ Đông sang Tây thì từ trường nhỏ nhất.

Vận tốc của electron:

$$W = \frac{m.v^{2}}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2.3,0.1,6.10^{-16}}{9,1.10^{-31}}} = 3,25.10^{7}\,m/s$$

Do $F_1 = F_2 \Rightarrow eE = e.v.B$

$$\Rightarrow \quad B = \frac{E}{v} = \frac{13.10^{3}}{3,25.10^{7}} = 4,0.10^{-4}T$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.4. Một hạt α (q = +2e, m = $6,65.10^{-27}$kg) chuyển động theo quỹ đạo tròn bán kính 4,50cm trong một từ trường B = 1,20T. Tốc độ của hạt α.

A. $6,2.10^{5}$m/s
B. $5,2.10^{6}$m/s
C. $2,6.10^{7}$m/s
D. $2,6.10^{6}$m/s

6.5. Chọn đáp án đúng.

Một điện tích dương q có khối lượng m chuyển động dọc theo đường sức của một từ trường. Hạt đó chuyển động tròn với bán kính R và tần số f. Hỏi độ lớn của từ trường là bao nhiêu?

A. $\frac{mf}{q}$ B. $\frac{2\pi fm}{q}$ C. $\frac{m}{2\pi fq}$ D. $\frac{mc}{qR}$

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.4. Chọn đáp án: D. $2,6.10^6$m/s

Lực Loren đóng vai trò lực hướng tâm:

$$F = qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad v = \frac{2e.B.R}{m} = \frac{2.1,6.10^{-19}.1,20.4,50.10^{-2}}{6,65.10^{-27}} = 2,6.10^6 \text{ m/s}$$

6.5. Chọn đáp án: A. $\frac{mf}{q}$

Lực Loren đóng vai trò lực hướng tâm:

$$F = qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \frac{q.B.R}{m}$$

Tần số quay của điện tích dương *q*:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi.R} = \frac{q.B}{m} \Rightarrow B = \frac{m.f}{q}$$

Bài 7. KHUNG DÂY CÓ DÒNG ĐIỆN ĐẶT TRONG TỪ TRƯỜNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

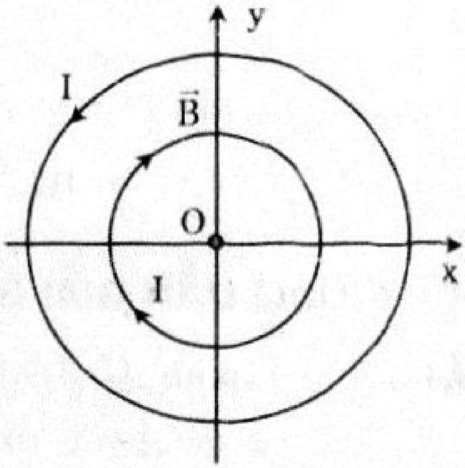
1. Nếu khung dây dẫn có dòng điện I đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ ở một vị trí bất kỳ thì có ngẫu lực tác dụng làm khung quay.
2. Công thức tính mômen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây (có một vòng dây) có dòng điện: $M = I.B.S \sin|\alpha|$

* Với S là diện tích phần giới hạn bởi khung dây dẫn.

* $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$; $\vec{n}$ là vectơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

7.1. Hai vòng dây tròn đồng tâm, có bán kính 20,0cm và 30,0cm nằm trên mặt phẳng xy có dòng điện 10,0A chạy qua mỗi vòng theo chiều như hình bên. Hệ đặt trong từ trường đều có từ cảm B = 0,20T nằm sang song với mặt phẳng chứa hai vòng dây. Tính momen ngẫu lực từ tổng cộng của hệ đó.



Giải

Mômen ngẫu lực từ tác dụng lên vòng dây có bán kính $R_1 = 0{,}20m$:

$$M_1 = I.B.\ S_1$$

Diện tích khung dây: $S_1 = \pi R_1^2 = 3{,}14.(0{,}2)^2 = 0{,}126m^2$

$$\Rightarrow \quad M_1 = 10{,}0.0{,}20.\ 0{,}126 = 0{,}252N.m$$

Mômen ngẫu lực từ tác dụng lên vòng dây có bán kính $R_2 = 0{,}30m$:

$$M_2 = I.B.\ S_2$$

Diện tích khung dây: $S_2 = \pi R_2^2 = 3{,}14.(0{,}3)^2 = 0{,}283m^2$

$$\Rightarrow \quad M_2 = 10{,}0.0{,}20.\ 0{,}283 = 0{,}565N.m$$

Trong hai mômen trên một làm cho vật quay theo chiều dương, một làm cho vật quay theo chiều âm nên mômen tổng:

$$M = M_2 - M_1 = 0{,}565 - 0{,}252 = 0{,}313N.m$$

7.2. Một khung dây dẫn hình vuông, cạnh a = 1,0cm, đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,20T. Cho dòng điện I = 5,0A chạy qua khung. Xác định mômen lực tác dụng lên khung trong các trường hợp:

a) Mặt phẳng khung vuông với các đường cảm ứng.

b) Mặt phẳng khung song song với các đường cảm ứng.

c) Mặt phẳng khung hợp với các đường cảm ứng 1 góc $\alpha = 30^\circ$.

Giải

Mômen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây: $M = I.B.\ S \sin|\alpha|$

Diện tích khung dây: $S = a^2 = (0{,}01)^2 = 1{,}0.10^{-4}m^2$

a) Mặt phẳng khung vuông với các đường cảm ứng:

$$\sin|\alpha| = \sin 0^0 = 0 \Rightarrow M = 0$$

b) Mặt phẳng khung song song với các đường cảm ứng.

$$\sin|\alpha| = \sin 90^0 = 1 \Rightarrow M = 5{,}0.0{,}20.1{,}0.10^{-4} = 1{,}0.10^{-4}N.m$$

c) Mặt phẳng khung hợp với các đường cảm ứng 1 góc $\alpha = 30^\circ$.

$$\sin|\alpha| = \sin 60^\circ = 0{,}866$$

$$\Rightarrow \quad M = 5{,}0.0{,}20.1{,}0.\ 10^{-4}.0{,}866 = 0{,}866.\ 10^{-4}\,N.m.$$

Bài 8. SỰ TỪ HÓA CÁC CHẤT. SẮT TỪ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Chất thuận từ và nghịch từ

Các chất có tính từ hóa yếu gồm các chất thuận từ và nghịch từ.

- Một số chất thuận từ: Nitơ, ôxi, nhôm, vonfram,...
- Một số chất nghịch từ: Nước, đồng, kẽm, thủy tinh,...

2. Các chất sắt từ

- Các chất có tính từ hóa mạnh hợp thành một nhóm gọi là cac chất sắt từ. Ví dụ: sắt, niken, coban.
- Khi đưa một thanh vật liệu sắt từ vào một từ trường đủ mạnh thì thanh vật liệu đó trở thành một nam châm (từ hóa).
- Khi tắt dần từ trường từ hoá thì ở thanh vật liệu sắt từ có hiện tượng từ trễ.
- Ba đại lượng đặc trưng cho một vật liệu sắt từ là độ từ còn dư, từ cảm khử từ và độ từ thẩm μ.
- Vật liệu sắt từ sẽ mất từ tính khi bị nung quá nhiệt độ Quyri của vật liệu đó.

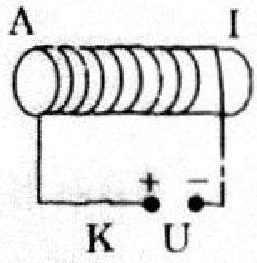
3. Nam châm điện. Nam châm vĩnh cửu

- Ống dây mang dòng điện có thêm lõi sắt gọi là một nam châm điện.
- Một chất sắt từ mà từ tính của nó bị mất đi rất nhanh khi từ trường ngoài triệt tiêu gọi là chất sắt từ mềm.
- Một chất sắt từ mà từ tính của nó tồn tại khá lâu khi từ trường ngoài triệt tiêu gọi là chất sắt từ cứng và chất sắt từ cứng này có thể dùng làm nam châm vĩnh cửu.

4. Ứng dụng của các vật sắt từ

Làm nam châm điện trong rơle điện từ, cần cẩu, đầu từ, băng từ,...

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM



8.1. Nam châm điện là một ống dây có dòng điện chạy qua, trong lõi sắt hình bên. Phát biểu nào sau đây chính xác nhất?

A. Nếu ngắt khoá K, nam châm vẫn tiếp tục hoạt động.

B. Dòng điện đi vào cuộn dây làm cho lõi sắt trở thành nam châm cực bên phải (B) là cực Nam (S).

C. Tăng hiệu điện thế U thì từ trường nam châm cũng mạnh lên.

D. Nếu đổi chiều dòng điện, cực của nam châm không thay đổi.

8.2. Phát biểu nào không chính xác?

A. Khi đã bị nhiễm từ, thép duy trì từ tính mạnh hơn sắt.

B. Thép bị khử từ rất nhanh.

C. Cùng một điều kiện như nhau, thép nhiễm từ kém hơn sắt.

D. Đặt lõi thép trong từ trường, lõi thép bị nhiễm từ.

III. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

8.1. Chọn đáp án: C. Tăng hiệu điện thế U thì từ trường nam châm cũng mạnh lên.

8.2. Chọn đáp án: B. Thép bị khử từ rất nhanh.

Bài 9. TỪ TRƯỜNG TRÁI ĐẤT

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

➢ Hướng của từ trường Trái Đất tại một điểm là hướng Nam - Bắc của kim nam châm nhỏ có trọng tâm được treo tự do tại đó (không ở gần các nam châm khác và các dòng điện).

➢ Các đại lượng đặc trưng cho từ trường Trái Đất tại một điểm: độ từ thiên, độ từ khuynh và thành phần ngang của địa từ trường.

* Góc lệch giữa kinh tuyến từ và kinh tuyến địa lí gọi là độ từ thiên (góc từ thiên)

* Thành phần nằm ngang của địa từ trường: B_0

* Địa từ trường tại một điểm trên mặt đất: B_T

* Độ từ khuynh $\hat{I}$: là góc tạo bởi $\vec{B}_T$ và $\vec{B}_0$

- Địa từ trường tại một điểm gồm hai thành phần:

  * Địa từ trường trung bình không đổi có nguồn gốc từ trong lòng Trái Đất.

  * Địa từ trường biến thiên có nguyên nhân từ Mặt Trời.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

9.1. Thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất ở điểm T là 26μT. Thành phần đứng của từ trường Trái Đất ở đó là 43μT. Tính độ từ khuynh tại điểm T.

Giải

Độ từ khuynh tại điểm đang xét:

$$\tan I = \frac{B_{\text{đ}}}{B_{n}} = \frac{43.10^{-6}}{26.10^{-6}} = 1,65 \Rightarrow I = 58,8^{\circ}$$

9.2. Một nhân viên kiểm tra dùng một la bàn ở 20m dưới đường dây tải điện chạy theo hướng Nam Bắc có dòng điện 500A chạy qua.

a) Tính từ trường do đường dây điện sinh ra tại chỗ để la bàn.

b) Từ trường này có ảnh hưởng nhiều đến số đọc trên la bàn không, biết rằng thành phần ngang của từ trường Trái đất tại điểm đó là 20μT.

Giải

a) Từ cảm của dòng điện I tại M có hướng từ Tây sang Đông như hình vẽ. Độ lớn:

$$B_{\text{đ}} = 2.10^{-7}\frac{I}{R} = 2.10^{-7}\frac{500}{10} = 10.10^{-6}\,\text{T}$$

b) Độ lệch kim la bàn so với hướng Bắc:

$$\tan\alpha = \frac{B_{\text{đ}}}{B_{n}} = \frac{10.10^{-6}}{20.10^{-6}} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 26,6^{\circ}$$

Từ trường tổng hợp:

Do $\vec{B}_{\text{đ}}$ vuông góc với $\vec{B}_{n}$ nên từ cảm tổng hợp có độ lớn:

$$B = \sqrt{B_{\text{đ}}^{2} + B_{n}^{2}} = \sqrt{(10.10^{-6})^{2} + (20.10^{-6})^{2}} = 22,4.10^{-6}\,\text{T}$$

Từ trường của dòng điện có ảnh hưởng đến số đọc trên la bàn nhưng không nhiều, sai số cỡ 10%.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

9.3. Chọn phát biểu sai. Nguồn gốc của bão từ là do:

A. cấu trúc trong lòng Trái Đất. B. chuyển động của Trái Đất

C. hoạt động Mặt Trăng. D. hoạt động của Mặt Trời.

9.4. Tại Đồng Văn người ta đo được độ từ khuynh là 31°52' và từ trường Trái Đất tại đó là 2.10^{-5}T. Thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất tại Đồng Văn bằng:

A. $2,36.10^{-5}$T B. $1,7.10^{-5}$T C. $1,24.10^{-5}$T D. $3,26.10^{-5}$T

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

9.3. Chọn đáp án: D. hoạt động của Mặt Trời.

9.4. Chọn đáp án: B. $1,7.10^{-5}$T

$$B_0 = B.\cos I = 2.10^{-5}.\cos 31°52' = 1,7.10^{-5}\text{T}.$$

Chương V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Bài 1. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MẠCH KÍN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Từ thông

* Xét một vòng dây kín, phẳng đặt trong một từ trường có cảm ứng từ $\vec{B}$. Vòng dây này giới hạn một phần mặt phẳng có diện tích S. Gọi $\vec{n}$ là vectơ pháp tuyến của mặt S, gọi $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$ là góc hợp bởi $\vec{n}$ và $\vec{B}$. Đại lượng $\Phi = B.S.\cos\alpha$ được gọi là từ thông qua diện tích S.

* Ý nghĩa: Giá trị tuyệt đối của Φ qua diện tích S đặt vuông góc với đường cảm ứng từ bằng số đường cảm ứng từ qua diện tích đó.

* Đơn vị: Nếu $B = 1T; s = 1m^2$ thì $\Phi = 1Wb$.

*** *Chú ý:***

- $\alpha < \frac{\pi}{2}, \Phi > 0$
- $\alpha > \frac{\pi}{2}, \Phi < 0$
- $\alpha = \frac{\pi}{2}, \Phi = 0$

2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

a) *Dòng điện cảm ứng:* Dòng điện xuất hiện khi có sự biến thiên từ thông qua một mạch điện kín gọi là dòng điện cảm ứng.

b) *Suất điện động cảm ứng:* Khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một mạch điện kín thay đổi thì trong khung dây dẫn xuất hiện một suất điện động cảm ứng.

3, Chiều dòng điện cảm ứng. Định luật Lenxơ

Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân đã sinh ra nó.

4. Định luật Faraday về cảm ứng điện từ

➢ Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông.

* Biểu thức: $E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

* Trong hệ SI:

E = vôn; $[\Delta\Phi]$ = Wb; $[\Delta t]$ = s

* Nếu khung dây có N vòng dây: $E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

* Φ là từ thông gửi qua diện tích giới hạn bởi một vòng dây.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1.1. Một ống dây dẫn hình trụ dài gồm N = 1000 vòng dây, diện tích mỗi vòng S = 100cm². Ống dây có R = 10Ω, hai đầu nối đoản mạch và được đặt trong một từ trường đều: vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ song song với trục hình trụ và độ lớn tăng đều 5.10^{-2}T/s. Tính cường độ dòng điện qua mạch.

Giải

Suất điện động cảm ứng trong 1 vòng dây:

$$E_1 = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta B}{\Delta t}.S = 5.10^{-2}.100.10^{-4} = 5.10^{-4}\,V$$

Suất điện động cảm ứng trong N vòng dây:

$$E = NE_1 = 1000.5.10^{-4} = 0,5V$$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{0,5}{10} = 0,05A$$

1.2. Cho một sợi dây đồng dài 50,0cm đường kính 1mm. Ta uốn nó thành một vòng tròn và đặt vuông góc với một từ trường đều, tăng theo thời gian với tốc độ 10,0mT/s. Tính tốc độ sinh năng lượng nhiệt trên vòng dây đó. Cho điện trở suất của đồng $\rho = 1,75.10^{-8}\Omega m$.

Giải

Bán kính vòng dây tròn: $r = \frac{p}{2\pi} = \frac{50}{2.3,14} \approx 7,96cm \approx 0,08m$

Diện tích vòng tròn: $S = \pi R^2 = 3,14.0,08^2 \approx 0,02m^2$

Suất điện động cảm ứng trong vòng dây:

$$E = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta B}{\Delta t}.S = 10.10^{-3}.0,02 = 2.10^{-4}\,V$$

Diện tích tiết diện thẳng của sợi dây:

$$s = \pi d^2/4 = 3,14.(0,5.10^{-3})^2 = 78,5.10^{-8}m^2$$

Điện trở vòng dây dẫn: $R = \rho\dfrac{l}{s} = 1,75.10^{-8}\dfrac{0,50}{78,5.10^{-8}} \approx 1,1.10^{-2}\Omega$

Cường độ dòng điện trung bình trong mạch:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2.10^{-4}}{1,1.10^{-2}} = 0,018A$$

Công suất tỏa nhiệt trên sợi dây:

$$P = RI^2 = 1,1.10^{-2}.0,018^2 = 3,56.10^{-6}W$$

1.3. Cuộn dây dẫn dẹt hình tròn gồm $N = 500$ vòng, mỗi vòng có đường kính 20cm. Cuộn dây được đặt trong một từ trường đều, vectơ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây và có độ lớn $B = 10^{-3}T$ giảm đều đến 0 trong thời gian $\Delta t = 10^{-2}s$. Cường độ dòng điện trong cuộn dây là 0,1A. Tính công suất tỏa nhiệt trên sợi dây.

Giải

Diện tích 1 vòng tròn: $S = \pi R^2 = 3,14.0,10^2 \approx 3,14.10^{-2}m^2$

Suất điện động cảm ứng trong 1 vòng dây:

$$E_1 = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|.S = 10^{-3}.\frac{3,14.10^{-2}}{10^{-2}} = 3,14.10^{-3}V$$

Suất điện động cảm ứng trong $N = 500$ vòng dây:

$$E = N.E_1 = 500.3,14.10^{-3} = 1,57V$$

Điện trở của cuộn dây:

$$R = \frac{E}{I} = \frac{1,57}{0,1} = 15,7\Omega$$

Công suất tỏa nhiệt trên sợi dây:

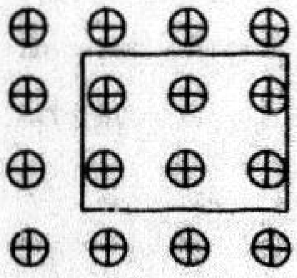
$$P = RI^2 = 15,7.0,1^2 = 0,157W$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.4. Một ăng–ten siêu cao tần tròn có đường kính 10cm. Từ trường của một tín hiệu tivi vuông góc với mặt vòng dây, và ở thời điểm nào đó, cảm ứng từ của nó thay đổi với tốc độ 0,16T/s. Từ trường tại ống dây xem như đều. Suất điện động trên ăng–ten:

A. $5,02.10^{-3}V$ B. $2,52.10^{-3}V$ C. $1,26.10^{-3}V$ D. 12,6V

1.5. Một từ trường đều có độ lớn 0,08T hướng vuông góc vào trong so với mặt phẳng giấy như hình vẽ. Một khung dây đặt trong mặt phẳng giấy có diện tích là $0,01m^2$. Độ biến thiên (tăng) của từ trường là 3.10^{-4}T/s. Độ lớn suất điện động và chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung là:



A. $3,0.10^{-6}$V theo chiều kim đồng hồ

B. $3,0.10^{-6}$V ngược chiều kim đồng hồ

C. $2,4.10^{-5}$ ngược chiều kim đồng hồ

D. $8,0.10^{-4}$ ngược chiều kim đồng hồ

IV.HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.4. Chọn đáp án: C. $1,26.10^{-3}$V

Diện tích vòng tròn: $S = \pi R^2 = 3,14.0,05^2 = 7,85.10^{-3}\ m^2$

Suất điện động cảm ứng trong vòng dây:

$$E = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta B}{\Delta t}.S = 0,16.7,85.10^{-3} = 1,26.10^{-3}V$$

1.5. Chọn đáp án: B. $3,0 \times 10^{-6}$V ngược chiều kim đồng hồ

Suất điện động cảm ứng trong 1 vòng dây:

$$E_1 = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta B}{\Delta t}.S = 3.10^{-4}.0,01 = 3.10^{-6}V$$

Áp dụng định luật Lenxơ: do từ trường biến thiên tăng nên chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung ngược chiều kim đồng hồ thì từ trường của nó ngược chiều với từ trường ban đầu.

Bài 2. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MỘT ĐOẠN DÂY DẪN CHUYỂN ĐỘNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

Khi một đoạn dây dẫn chuyển động tịnh tiến với vận tốc v trong một từ trường đều B không song song với các đường sức từ, thì trong đoạn dây dẫn đó xuất hiện suất điện động cảm ứng có chiều tuân theo qui tắc bàn tay phải và có độ lớn tính bởi:

$$E = B.v.lV|\sin\theta|$$

2. Qui tắc bàn tay phải

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ đến bốn ngón tay chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó.

3. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn

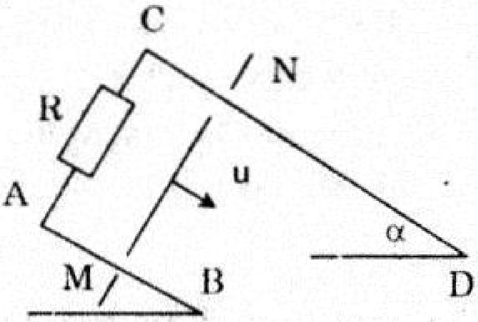
$$|E_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

* ΔΦ là từ thông được quét bởi đoạn dây trong thời gian Δt.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

2.1. Cho dây dẫn MN có chiều dài $l = 0{,}6m$, $m = 2g$, trượt không ma sát trên hai dây dẫn AB và CD đặt song song và nghiêng với mặt nằm ngang một góc α.

Người ta tạo ra một từ trường đều có $B = 0{,}2T$ và có đường sức từ vuông góc với mặt phẳng chứa các dây dẫn. Nối hai đầu A, C với $R = 0{,}72\ \Omega$. Xác định góc nghiêng α để dây chuyển động tròn đều với vận tốc $v = 0{,}5m/s$.



Giải

Thanh chịu tác dụng của trọng lực $P = mg$ và lực điện từ $F = B.v.I$. Lúc đầu $P.\sin\alpha > F$ thanh rơi nhanh dần làm cho lực F tăng, khi $P.\sin\alpha = F$ thanh rơi đều với vận tốc rơi giới hạn là v:

$$\Rightarrow \quad mg.\sin\alpha = B.\ I.\ l \Rightarrow \sin\alpha = \frac{B.l.I}{mg}$$

Độ biến thiên từ thông khi thanh di chuyển đoạn Δx:

$$\Delta\Phi = B.\ (\Delta S) = B.\ (l.\Delta x)$$

Suất điện động cảm ứng của dây dẫn:

$$|E_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B.l\frac{\Delta x}{\Delta t} = B.v.l$$

Cường độ dòng điện khi vận tốc thanh đạt đến giá trị giới hạn:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{B.v.l}{R} = \frac{0{,}2.0{,}5.0{,}60}{0{,}72} = 0{,}083A$$

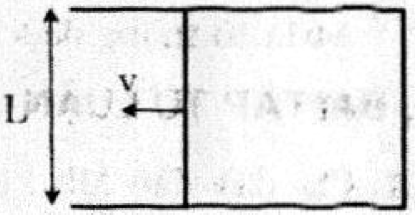
$$\sin\alpha = \frac{B.l.I}{mg} = \frac{0,2.0,6.0,083}{2.10^{-3}.10} = 0,498 \approx 0,5$$

$$\Rightarrow \quad \alpha = 30^\circ$$

2.2. Một thanh dẫn điện chiều dài L = 20cm bị kéo dọc theo hai thanh ray dẫn điện nằm ngang, không ma sát, với vận tốc không đổi v = 10,0m/s. Một từ trường đều B = 1,2T thẳng đứng choán đầy không gian mà thanh kim loại chuyển động.

a) Tính suất điện động cảm ứng trong thanh kim loại.

b) Tính cường độ dòng điện chạy trong vòng dây dẫn đó biết rằng điện trở của ray rất bé có thể bỏ qua. Điện trở thanh kim loại 6Ω.



c) Tính tốc độ tỏa nhiệt trong thanh kim loại.

d) Tính ngoại lực phải tác dụng lên thanh kim loại để duy trì chuyển động của nó.

e) Tính tốc độ mà ngoại lực đã thực hiện công cho thanh kim loại đó. So sánh đáp số này với đáp số câu C.

Giải

a) Suất điện động hai đầu thanh MN:

$$E_c = B.\,v.L = 1,2.10.0,2 = 2,4V$$

b) Cường độ dòng điện của mạch:

$$I = \frac{E_c}{R} = \frac{2,4}{6} = 0,4A$$

c) Tốc độ tỏa nhiệt trong thanh kim loại.

$$P = RI^2 = 6.0,4^2 = 0,96W$$

d) Lực từ tác dụng lên thanh có độ lớn:

$$F = B.\,L.I = 1,2.0,20.0,4 = 0,096N$$

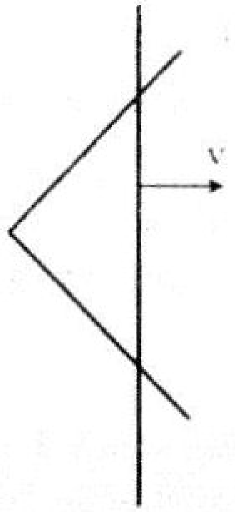
Thanh chuyển động đều nên lực kéo bằng lực điện từ:

$$F_k = F = 0,096N$$

e) Tốc độ sinh công của lực kéo:

$P' = F_k.v = 0,096.10 = 0,96W = P$ điều này là hiển nhiên vì tuân theo định luật bảo toàn năng lượng.

2.3. Hai thanh ray dẫn điện tạo nên một góc vuông ở điểm hàn chúng với nhau. Một thanh dẫn điện tiếp xúc với hai thanh ray, và chuyển động từ đỉnh góc vuông (ở thời điểm t = 0) về phía tay phải với vận tốc không đổi 5,20m/s, như hình. Một từ trường 0,350T hướng từ mặt giấy ra ngoài. Hãy tính:



a) Từ thông qua hình tam giác hợp bởi các ray và thanh dẫn điện tại lúc t = 3,00s.

b) Suất điện động trên dây dẫn tại lúc đó.

c) Suất điện động này thay đổi theo thời gian như thế nào?

d) Suất điện động trung bình trong mạch thay đổi theo thời gian như thế nào?

Giải

a) Quãng đường thanh di chuyển trong thời gian t = 3,00s

$$x = v.t = 5,20.3,00 = 15,6m$$

Diện tích tam giác vuông cân hợp bởi các ray và thanh dẫn điện tại lúc t = 3,00s.

$$S = x^2 = 15,6^2 = 243m^2$$

Từ thông qua hình tam giác hợp bởi các ray và thanh dẫn điện tại lúc t = 3,00s.

$$\Phi = B.\ S = 0,350.243 = 85,2Wb$$

b) Suất điện động trên dây dẫn tại lúc đó.

$$E_c = B.v.L = B.\ v.2x = 0,35.5,20.2.15,6 = 56,8V$$

c) Biểu thức suất điện động trên dây dẫn:

$$E_c = Bv.2.v.t = 0,35(5,20)^2.2.t = 18,9t$$

d) Suất điện động trung bình trong mạch:

$$|E_{th}| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B.\frac{x^2}{t} = B.\frac{(v.t)^2}{t} = B.v^2.t = \frac{E_c}{2}$$

2.4. Một thanh kim loại chiều dài l, quay đều với vận tốc góc ω xung quanh một trục Δ đi qua một đầu của thanh và vuông góc với thanh ấy; tất cả nằm trong một từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ song song với trục Δ. Chứng tỏ rằng giữa hai đầu của thanh xuất hiện hiệu điện thế $U = \frac{1}{2}l^2\omega.B$.

Giải

Từ thông gởi qua diện tích dS mà thanh quét trong thời gian Δt.

$$\Delta\Phi = B.dS = B.\pi.R^2.\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = B\frac{R^2}{2}\Delta\varphi$$

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong dây l:

$$E_c = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B\frac{R^2}{2}.\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = B\frac{R^2}{2}.\omega = \frac{1}{2}l^2.B.\omega$$

2.5. Một đoạn dây dẫn thẳng AB, dài l = 20cm, được treo nằm ngang bằng hai sợi dây dẫn mảnh dài bằng nhau (L = 40cm) trong một từ trường đều có phương thẳng đứng và có cảm ứng từ B = 0,1T. Người ta kéo lệch AB về một bên cho đến khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^\circ$, rồi thả cho AB rơi xuống.

a) Xác định chiều và độ lớn của sức điện động cảm ứng xuất hiện trong AB khi nó đi qua vị trí cân bằng. Lấy $g = 10m/s^2$.

b) Nêu đặc điểm của sức điện động cảm ứng xuất hiện trong AB.

Giải

a) Suất điện động cảm ứng lúc đoạn dây AB đi qua vị trí cân bằng:

$$E_c = B.\ l.v.\sin\beta$$

β là góc giữa vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ và vectơ vận tốc $\vec{v}$: $\beta = 90^\circ$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$v^2 = 2g.L(1 - \cos\alpha) = 2.10.0,4(1 - 0,5) = 4 \Rightarrow v = 2m/s$$

$$\Rightarrow \quad E_C = 0,1.20.10^{-2}.2 = 0,04V$$

b) Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong đoạn dây AB là suất điện động xoay chiều. Nó cực đại và bằng 0,04V khi đoạn dây đi qua vị trí cân bằng. Nó triệt tiêu khi đoạn dây ở các vị trí góc lệch cực đại.

2.6. Một thanh kim loại AB dài 60cm, quay đều quanh một điểm O trên đầu thanh với tần số f, trong một mặt phẳng vuông góc với các đường cảm ứng của một từ trường đều, có cảm ứng từ B = 0,02T. Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh bằng 0,226V. Tính tần số quay của thanh.

Giải

Từ thông gởi qua diện tích dS mà thanh quét trong thời gian Δt.

$$\Delta\Phi = B.dS = B.\pi.R^2.\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = B\frac{R^2}{2}\Delta\varphi$$

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong dây l:

$$E_c = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B\frac{R^2}{2}.\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = B\frac{R^2}{2}.\omega = \frac{1}{2}l^2.B.\omega$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu MN trong trường trục Δ đi qua đầu M của thanh:

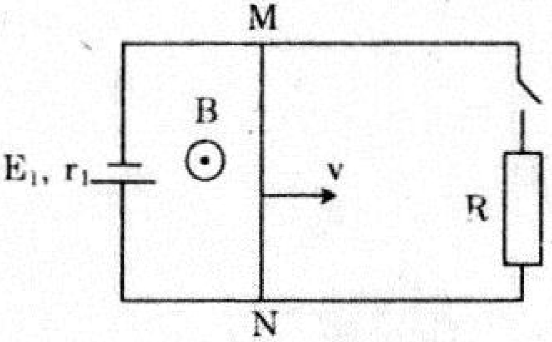
$$E = U = \frac{1}{2}l^2\omega.B = \frac{1}{2}l^2.2\pi f.B = l^2.\pi f.B$$

Theo đầu bài: $0{,}226 = 0{,}6^2.3{,}14.f.0{,}02$

$\Rightarrow \quad f = 10Hz$

2.7. Hai dây dẫn thẳng song song (điện trở không đáng kể) một đầu nối vào nguồn $E_1 = 3{,}6V$, $r_1 = 3\Omega$ một đầu nối vào điện trở R qua một khoá K, $R = 0{,}48\Omega$. Thanh kim loại MN có chiều dài $l = 40cm$ điện trở $r_2 = 2\Omega$ đặt vuông góc với hai dây dẫn nói trên, trượt dọc theo hai dây dẫn ấy với vận tốc $v = 30m/s$.

Mạch điện đặt trong từ trường đều, cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng của mạch, có độ lớn 0,2T có chiều như hình.



a) Ban đầu K ngắt. Tính cường độ dòng điện qua MN và hiệu điện thế U_{MN}.

b) Khi K đóng. Tính cường độ dòng điện qua MN và hiệu điện thế U_{MN}.

Giải

a) Suất điện động hai đầu thanh MN:

$$E_2 = B.\ v.l.\sin\alpha = 0{,}2.30.0{,}4 = 2{,}4V$$

Áp dụng qui tắc bàn tay trái suy ra đầu M của thanh là cực dương của nguồn điện E_2 mà $E_1 > E_2$ nên E_1 là nguồn phát.

Cường độ dòng điện của mạch:

$$I = \frac{E_1 - E_2}{r_1 + r_2} = \frac{3{,}6 - 2{,}4}{3 + 2} = 0{,}24A$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh MN:

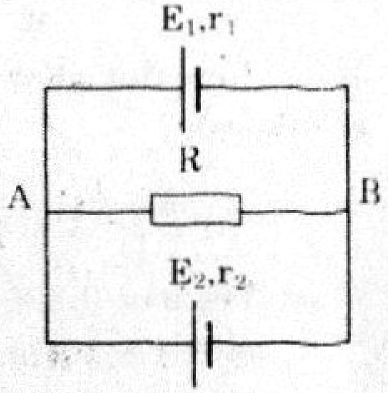
$$U_{MN} = E_1 - Ir_1 = 3{,}6 - 0{,}24.3 = 2{,}88V$$

b) Khi K đóng. Mạch điện như hình bên:

Gọi I_1, I_2, I_3 lần lượt là cường độ dòng điện qua nguồn E_1, E_2 và qua điện trở mạch ngoài.

Định luật nút mạch tại A: $I = I_1 + I_2$ (1)

Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa nguồn E_1:



$$U_{AB} = E_1 - I_1r_1$$

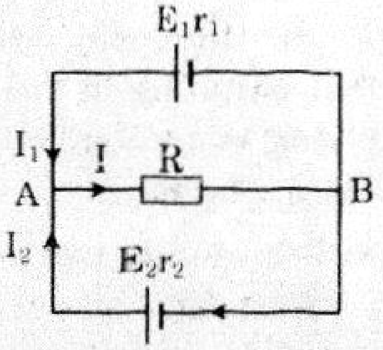
$$\Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{r_1} \quad (2)$$

Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa nguồn E_2:

$$U_{AB} = E_2 - I_2r_2 \Rightarrow I_2 = \frac{E_2 - U_{AB}}{r_2} \quad (3)$$

Định luật Ôm tổng quát cho mạch AB có chứa R:

$$U_{AB} = IR \Rightarrow I = \frac{U_{AB}}{R} \quad (4)$$



Thay (2), (3) và (4) vào (1), suy ra:

$$\frac{U_{AB}}{R} = \frac{E_1}{r_1} - \frac{U_{AB}}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} - \frac{U_{AB}}{r_2}$$

$$\Rightarrow U_{AB}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2}$$

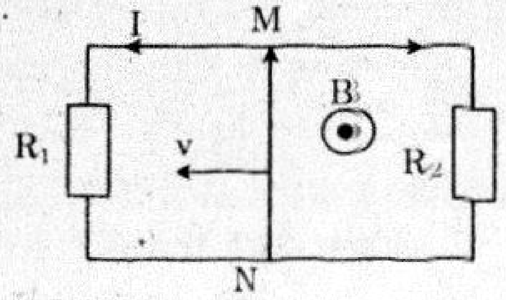
Thay số:

$$U_{AB}\left(\frac{1}{0,48} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) = \frac{2,4}{3} + \frac{2,4}{2} \Rightarrow U_{AB} = \frac{2.2,88}{8,4} = 0,69V$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{0,69}{0,48} = 1,43A$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.8. Hai dây dẫn thẳng song song điện trở không đáng kể, hai đầu nối vào hai điện trở $R_1 = 6\Omega$ và $R_2 = 3\Omega$. Thanh kim loại MN chiều dài $l = 20cm$, điện trở $r = 1\Omega$ đặt vuông góc với hai dây dẫn nói trên, tịnh tiến với vận tốc v có phương song song với hai dây dẫn ấy và có độ lớn $v = 10m/s$ không đổi.



Mạch được đặt trong một từ trường đều, cảm ứng từ có phương vuông góc với mặt phẳng của mạch và có độ lớn $B = 1,5T$.

Tính cường độ dòng điện qua MN.

A. 3A B. 0,3A C. 1A D. 1,5A

2.9. Nếu sợi dây chuyển động theo phương hợp với véctơ từ cảm 1 góc 30^0 thay vì 90^0 thì suất điện động sẽ:

A. không đổi B. gấp đôi

C. gấp 3 D. giảm còn một nửa

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.8. Chọn đáp án: C. 1A

Hai điện trở R_1 và R_2 mắc song song nên điện trở tương đương:

$$R = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6.3}{6+3} = 2\Omega$$

Suất điện động cảm ứng trong thanh: $E = B.\ v.l.\ |\sin\theta|$

$$\Rightarrow \qquad E = 1,5.10.0,20.1 = 3,0V$$

Cường độ dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{E}{r+R} = \frac{3}{1+2} = 1A$$

2.9. Chọn đáp án: D. giảm còn một nửa

Suất điện động cảm ứng trong thanh: $E = B.\ v.l\,|\sin\theta|$

Mà $\sin90^0 = 1$ và $\sin30^0 = 0,5$

Vậy suất điện động cảm ứng trong thanh giảm còn một nửa.

Bài 3. DÒNG ĐIỆN FU–CÔ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Dòng điện Fu–cô

Dòng điện cảm ứng được sinh ra ở trong khối vật dẫn chuyển động trong từ trường hay được đặt trong từ trường biến đổi theo thời gian là dòng điện Fu–cô.

2. Tác dụng của dòng điện Fu–cô

a) Trong một số trường hợp dòng điện Fu–cô là dòng điện có hại:

Chẳng hạn trong rôto và stato của máy phát điện hay động cơ điện, trong lõi sắt của máy biến thế dòng điện Fu–cô làm nóng máy, do đó làm giảm hiệu suất của máy. Để giảm tác dụng có hại này rôto và stato của máy phát điện hay động cơ điện, lõi máy biến thế không phải là một khối sắt hay thép đúc liền mà người ta dùng các lá thép silic trên mặt có phủ một lớp chất cách điện, ghép sát với nhau. Do đó dòng điện Fu–cô không chạy trong toàn khối kim loại mà chỉ chạy trong từng lá tôn mỏng. Vì các lá thép mỏng và điện trở suất của thép silic lớn hơn điện trở suất của sắt hay thép thường nên điện trở mỗi lá thép khá lớn. Kết quả là điện năng hao phí giảm.

b) Một vài ví dụ dòng điện Fu–cô là cần thiết và có ích:

* Hãm dao động của kim trong các cân nhạy.

* Phanh điện từ ở các xe có tải trọng lớn.

* Hãm chuyển động quay một cách nhanh chóng của đĩa quay trong công tơ điện.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

3.1. Nêu một vài ứng dụng của dòng điện Fu–cô.

Giải

Ngoài các ứng dụng mà sách giáo khoa đã trình bày như:

* Hãm dao động của kim trong các cân nhạy.

* Phanh điện từ ở các xe có tải trọng lớn.

* Hãm chuyển động quay một cách nhanh chóng của đĩa quay trong công tơ điện.

Có thể kể thêm:

* Tác dụng của dòng Fu–cô dùng trong lò luyện kim.

Một trong những phương pháp nấu chảy kim loại được thực hiện như sau: Cho kim loại vào trong lò, lò được đặt bên trong một ống dây điện. Khi cho dòng điện xoay chiều (dòng điện có chiều và cường độ thay đổi chạy trong ống dây), dòng điện này có thể làm nóng chảy kim loại trong lò.

* Vỏ của la bàn làm bằng kim loại để cho khi kim la bàn dao động thì ở vỏ la bàn sinh ra dòng điện Fu–cô, do đó dao động của kim bị tắt nhanh.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.2. Chọn phát biểu sai.

A. Dòng điện Fu–cô trong lõi sắt của máy biến thế là có hại.

B. Hiện tượng xuất hiện dòng điện Fu–cô thực chất là hiện tượng cảm ứng điện từ.

C. Dòng điện Fu–cô trong rôto của động cơ điện có tác dụng hãm chuyển động quay làm cho nó dừng nhanh là có lợi.

D. Dòng điện Fu–cô trong bếp điện từ là có lợi.

3.3. Trong các trường hợp sau đây trường hợp nào không có dòng điện Fu–cô?

A. Lõi quạt máy tăng nhiệt độ khi hoạt động.

B. Bếp điện từ.

C. Lò vi sóng.

D. Một tấm kim loại dao động giữa hai cực một nam châm.

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.2. Chọn đáp án: C. Dòng điện Fu–cô trong rôto của động cơ điện có tác dụng hãm chuyển động quay làm cho nó dừng nhanh là có lợi.

3.3. Chọn đáp án: C. Lò vi sóng

Bài 4. HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hiện tượng tự cảm

- Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong một mạch do biến thiên từ thông của chính mạch đó gây ra gọi là suất điện động tự cảm E_{tc}.
- Hiện tượng tự cảm chống lại sự biến thiên của dòng điện trong mạch.

2 Suất điện động tự cảm

a) Hệ số tự cảm của mạch điện:

Do từ thông Φ qua diện tích giới hạn bởi mạch điện tỉ lệ với cường độ dòng điện i chạy trong mạch đó, nên:

$$\Phi = L.i$$

* Với L > 0: hệ số tỉ lệ đặc trưng cho mạch gọi là độ tự cảm hay hệ số tự cảm của mạch.

* Đơn vị độ tự cảm:

Hệ SI: L: Henry(H) $1H = \dfrac{1Wb}{1A}$

* Nếu hệ số tự cảm của ống dây dài đặt trong không khí thì:

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2}{l}S = 4\pi.10^{-7}n^2V$$

* V là thể tích ống dây.

* n là số vòng dây trên một mét chiều dài.

b) Suất điện động tự cảm:

Suất điện động xuất hiện do hiện tượng tự cảm gọi là suất điện động tự cảm.

$$E_{tc} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

4.1. Độ tự cảm của một cuộn dây quấn sát có giá trị sao cho khi dòng điện thay đổi với tốc độ 5,0A/s thì sinh ra suất điện động cảm ứng 3,0mV.

a) Tính độ tự cảm của cuộn dây.

b) Một dòng điện không đổi 8,0A sinh ra một từ thông 40μWb qua mỗi vòng dây nói trên. Số vòng của cuộn dây là bao nhiêu?

Giải

a) Suất điện động tự cảm của mạch:

$$E = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| \Rightarrow 3,0.10^{-3} = L.5 \Rightarrow L = 0,6.10^{-3}H$$

b) $N.\Phi = L.I \Rightarrow N.40.10^{-6} = 0,6.10^{-3}.5 \Rightarrow N = 75$

Vậy cuộn dây có 75 vòng

4.2. Một ống dây điện thẳng dài 20cm, bán kính 25mm có 20 vòng/cm. Dòng điện trong ống dây giảm từ 1,0A đến 0,5A với tốc độ đều trong khoảng thời gian 10ms. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây.

Giải

Diện tích 1 vòng dây:

$$S = \pi.R^2 = 3,14.0,2^2 = 0,126m^2$$

Hệ số tự cảm của ống dây: $L = 4\pi.10^{-7}n^2.S.l$

$$L = 4.3,14.10^{-7}2000^2.0,126.0,2 = 0,127H$$

Suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây:

$$E = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| = 0,127.\left|\frac{0,5-1}{0,01}\right| = 6,35V$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Dòng điện trong cuộn tự cảm giảm từ 16A đến 0A trong 0,01s; suất điện động tự cảm trong đó có giá trị trung bình 64V; độ tự cảm có giá trị:

A. 0,032H B. 4,0H C. 0,04H D. 0,25H

4.4. Chọn câu trả lời đúng.

Một ống dây có độ tự cảm L; ống dây thứ hai có số vòng dây tăng gấp đôi và diện tích mỗi vòng dây giảm một nửa so với ống dây thứ nhất. Nếu chiều dài của hai ống dây như nhau thì độ tự cảm của ống dây thứ hai là:

A. L B. L/2 C. 2L D. 04L

4.5. Phát biểu nào sai.

Suất điện động tự cảm có giá trị lớn khi:

A. dòng điện tăng nhanh. B. dòng điện giảm nhanh.

C. dòng điện có giá trị lớn. D. dòng điện biến thiên nhanh.

4.6. Một cuộn tự cảm có độ tự cảm 0,2H; trong đó dòng điện biến thiên đều 150A/s thì suất điện động tự cảm xuất hiện sẽ có giá trị:

A. 15V B. 30V C. 0,15kV D. 3,0kV

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Chọn đáp án: C. 0,04H

Suất điện động tự cảm của mạch:

$$E = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| \Rightarrow 64 = L.\left|\frac{0-16}{0,01}\right| \Rightarrow L = 0,04H$$

4.4. Chọn đáp án: C. 2L

Hệ số tự cảm của ống dây dài đặt trong không khí:

$$L = 4\pi.10^{-7}\frac{N^2}{l}S$$

Theo đầu bài ống dây thứ hai có N tăng gấp đôi S giảm phân nửa nên độ tự cảm của ống dây thứ hai tăng gấp hai lần so với độ tự cảm ống dây thứ nhất. Chọn đáp án C

4.5. Chọn đáp án: C. dòng điện có giá trị lớn.

Suất điện động tự cảm của mạch: $E = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right|$

Suất điện động tự cảm của mạch tỉ lệ với tốc độ biến thiên cường độ dòng điện nên đáp án C là sai.

4.6. Chọn đáp án: B. 30V

Suất điện động tự cảm của mạch:

$$E = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| \Rightarrow E = 0,2.150 = 30V$$

Bài 5. NĂNG LƯỢNG CỦA TỪ TRƯỜNG

A/ TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Năng lượng của ống dây có dòng điện i, có độ tự cảm L

$$W = \frac{1}{2}Li^2$$

2. Năng lượng từ trường

Xét từ trường đều B trong thể tích V. Năng lượng từ trường trong vùng không gian đó:

$$W = \frac{1}{8\pi}.10^{7}.B^2.V$$

3. Mật độ năng lượng từ trường có cảm ứng từ B

$$w = \frac{1}{8\pi}.10^{7}.B^2$$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

5.1. Một điện trường đều phải có độ lớn bằng bao nhiêu để nó có cùng mật độ năng lượng với từ trường 0,50T?

Giải

Mật độ năng lượng của từ trường đều B: $w_t = \frac{1}{8\pi}.10^{7}.B^2$

Mật độ năng lượng của điện trường đều B: $w_đ = \frac{E^2}{8\pi.k}$

Theo đầu bài: $w_t = w_đ$

$$\Rightarrow E = 3.10^8.B = 3.10^8.0,50 = 1,5.10^8 V/m$$

5.2. Một dây dẫn uốn thành vòng tròn bán kính 50mm, có dòng điện 100A chạy qua.

a) Tìm cường độ từ trường tại tâm vòng tròn.

b) Tính mật độ năng lượng tại tâm vòng tròn.

Giải

a) Cường độ từ trường B ở tâm vòng dây:

$$B = \frac{2\pi.10^{-7}.I}{R} = \frac{2\pi.10^{-7}.100}{0,05} = 1,26.10^{-3}T$$

b) Mật độ năng lượng của từ trường tại tâm vòng tròn:

$$w_t = \frac{1}{8\pi}.10^7.B^2 = \frac{1}{8\pi}.10^7.(1,26.10^{-3})^2 = 0,63J/m^3$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.3. Cuộn tự cảm có L = 2,0mH, trong có dòng điện cường độ 10A. Năng lượng tích lũy trong cuộn đó là:

A. 100J B. 1,0J C. 0,1J D. 0,01J

5.4. Một cuộn dây có độ tự cảm 1,0H và điện trở 10Ω, đột ngột được nối vào nguồn điện không đổi có suất điện động E = 12V và điện trở trong r = 2Ω. Khi dòng điện ổn định năng lượng tồn trữ trong từ trường bằng:

A. 0,1J B. 0,5J C. 1,0J D. 5J

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.3. Chọn đáp án: C. 0,1J

Năng lượng ống dây tích lũy được:

$$W = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.2,0.10^{-3}.10^2 = 0,1J$$

5.4. Chọn đáp án: B. 0,5J

Cường độ dòng điện khi ổn định (cân bằng):

$$I = \frac{E}{r + R} = \frac{12}{2 + 10} = 1A$$

Năng lượng ống dây tích lũy được:

$$W = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.1,0.1^2 = 0,5J$$

Phần II. QUANG HỌC

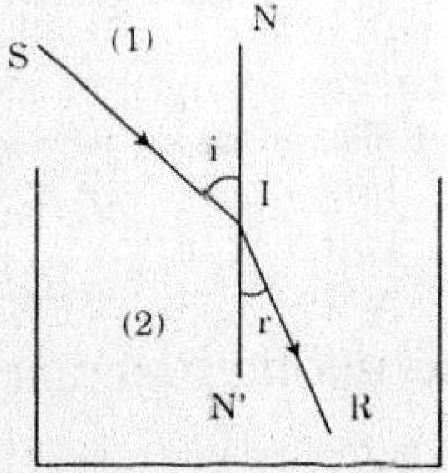
Chương VI. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA QUANG HÌNH HỌC

Bài 1. HIỆN TƯỢNG KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa hiện tượng khúc xạ ánh sáng

Sự khúc xạ là hiện tượng đổi phương đột ngột của các tia sáng ngay khi xuyên qua mặt phân cách của hai môi trường trong suốt.



- 1: môi trường chứa tia tới.
- SI: Tia tới
- I: điểm tới.
- N'IN: Pháp tuyến với mặt phân giới tại điểm tới
- (SIN): Mặt phẳng tới.
- $\widehat{SIN} = i$ là góc tới
- 2: Môi trường chứa tia khúc xạ.
- IR: Tia khúc xạ.
- $\widehat{N'IR} := r$: góc khúc xạ.

2. Định luật khúc xạ ánh sáng

- Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới và ở phía bên kia của pháp tuyến với mặt phân cách tại điểm tới.
- Góc khúc xạ thay đổi theo góc tới, nhưng với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số của sin góc tới với sin góc khúc xạ luôn không đổi.

  Tỉ số này gọi là chiết suất tỉ đối n_{21} của môi trường 2 đối với môi trường 1.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{const} = n_{21}$$

3. Chiết suất của môi trường

a) *Chiết suất tỉ đối*

Theo thuyết sóng ánh sáng, người ta thiết lập được hệ thức:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

- v_1: Vận tốc truyền ánh sáng trong môi trường (1).
- v_2: Vận tốc truyền ánh sáng trong môi trường (2).

b) *Chiết suất tuyệt đối*: là chiết suất tỉ đối của một môi trường so với chân không.

$$n = \frac{n}{v}$$

* Chiết suất tuyệt đối của không khí xấp xỉ bằng 1

* Chiết suất tuyệt đối của các môi trường trong suốt tỉ lệ nghịch với vận tốc truyền của ánh sáng trong các môi trường đó.

$$n_1 = \frac{c}{v_1}; \qquad n_2 = \frac{c}{v_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

* Gọi i_1 là góc tới trong môi trường chiết suất n_1 và i_2 là góc khúc xạ trong môi trường chiết suất n_2:

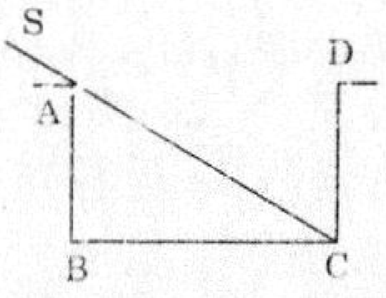
$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2.$$

4. Tính thuận nghịch trong sự truyền ánh sáng

Nếu ánh sáng truyền từ S đến R theo đường truyền SIR thì khi truyền ngược lại ánh sáng cũng đi theo đường đó. Đó là tính chất thuận nghịch về chiều truyền ánh sáng.

II. BÀI TẬP MẪU

1.1. Một cái máng nước sâu 120cm, rộng 160cm có hai thành bên thẳng đứng. Đúng lúc máng cạn nước thì bóng râm của thành AB kéo dài tới đúng chân C thành CD đối diện. Người ta đổ nước vào máng đến một độ cao h thì bóng của thành AB ngắn bớt đi 28cm so với trước. Chiết suất của nước là n = 1.33.



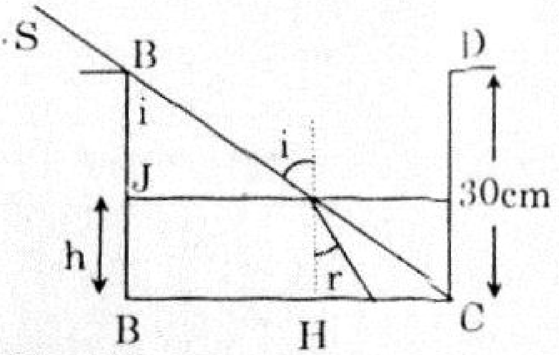
Hãy tính h: (vẽ tia sáng giới hạn bóng râm của thành máng khi có nước).

Giải

Gọi i; r lần lượt là góc tới, góc khúc xạ tương ứng.

Theo hình vẽ:

$$\tan i = \frac{BC}{AB} = \frac{1,6}{1,2} = 1,333 \Rightarrow i \approx 53,1^0$$



Theo định luật phản xạ ánh sáng:

$$\sin i = n.\sin r$$

$$\Rightarrow \quad \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{0{,}8.3}{4}$$

$$\Rightarrow \quad \sin r = 0{,}6 \Rightarrow r = 36{,}9^0$$

$$\Rightarrow \quad \tan r = 0{,}75$$

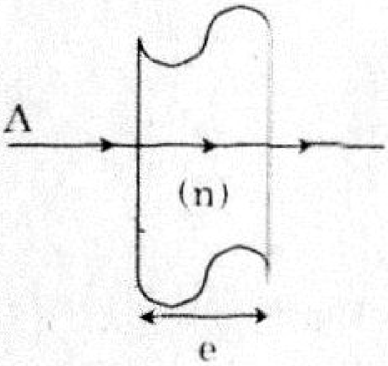
$$HI.\tan r = HJ \Rightarrow h.\tan r = HC - JC$$

Mà: $HI.\tan i = HC \Rightarrow h(\tan i - \tan r) = JC$

$$h = \frac{JC}{\tan i - \tan r} = \frac{28}{\frac{4}{3} - \frac{3}{4}} \Rightarrow h = 48cm$$

1.2. Cho bản mặt song song có bề dày $e = 16cm$, chiết suất $n = 1{,}55$. (thủy tinh)

Tính khoảng cách vật – ảnh trong các trường hợp:



a) Vật A và bản đều đặt trong không khí.

b) Vật A và bản đều đặt trong nước (chiết suất $n' = 1{,}33$).

c) A đặt trong nước, mặt kia của bản tiếp giáp với không khí.

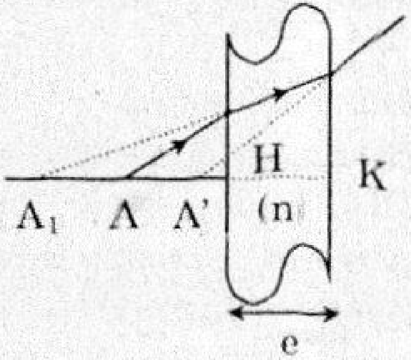
Cho $AH = 40cm$.

Giải

Gọi A' là ảnh của A qua bản mặt song song.

Tính khoảng cách vật – Ảnh: AA'

A và bản mặt đặt trong không khí, ta có:



$$AA' = e(1 - \frac{1}{n})$$

$$\Rightarrow \quad AA' = 16(1 - \frac{1}{1{,}55}) = 5{,}68(cm)$$

a) A và bản mặt đặt trong nước, ta có:

$$AA' = e(1 - \frac{n'}{n})$$

$$\Rightarrow \quad AA' = 16(1 - \frac{1{,}33}{1{,}55}) = 2{,}27(cm)$$

Gọi A_1 là ảnh của A qua lưỡng chất phẳng nước – thủy tinh.

Theo đầu bài: $\frac{AH}{n'} = \frac{A_1H}{n}$

$$A_1H = \frac{n}{n}AH = \frac{1,55}{1,33}.50 = 58,3(cm)$$

A' là ảnh của A_1 qua lưỡng chất phẳng thủy tinh – không khí.

$$A'K = \frac{A_1K}{n} = \frac{A_1H + HK}{n}$$

$$\Rightarrow \quad A'K = \frac{58,3 + 16}{1,55} = 47,9cm$$

$$AA' = AK - A'K = (AH + HK) - A'K$$

$$\Rightarrow \quad AA' = 50 + 16 - 47,9 = 18,1(cm)$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Khi một chùm ánh sáng đi từ một môi trường kém chiết quang đến một môi trường chiết quang hơn như thủy tinh và có góc tới bằng không, thuộc tính nào sau đây của chùm ánh sáng không thay đổi.

I. Biên độ. II. Tốc độ.

III. Bước sóng. IV. Hướng.

A. Chỉ IV. B. Chỉ I và III.

C. Chỉ II và IV. D. Chỉ I, II và III.

1.4. Mắt người quan sát và cá ở hai vị trí đối xứng nhau qua mặt thoáng và cách nhau 1,8m. Chiết suất của nước 4/3. Cá thấy mắt người cách nó.

A. 1,2m B. 1,05m C. 2,1m D. 0,6m

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.4. Chọn đáp án: A. Chỉ IV.

1.5. Chọn đáp án: C. 2,1m

Theo đầu bài: d = 1,8/ 2 = 0,9m

$$\frac{d}{n_1} = -\frac{d'}{n_2} \Rightarrow \frac{0,9}{1} = -\frac{3d'}{4} = -0,75d' \Rightarrow d' = -1,2m$$

Cá thấy mắt người cách nó: $l = 0,9 + 1,2 = 2,1m$

Bài 2. HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hiện tượng phản xạ toàn phần

a) Góc khúc xạ giới hạn

Trong trường hợp ánh sáng đi từ môi trường 1 có chiết suất nhỏ n_1 sang môi trường có chiết suất lớn hơn $n_2 > n_1$, ta luôn có tia khúc xạ trong môi trường 2. Nếu gọi i_{gh} là góc khúc xạ cực đại

$$\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2} < 1$$

b) Sự phản xạ toàn phần

Khi ánh sáng truyền từ môi trường 1 có chiết suất n_1 sang môi trường 2 có chiết suất $n_2 < n_1$:

* Nếu góc tới $i < i_{gh}$ có tia khúc xạ. Tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến hơn so với tia tới.

* Nếu góc tới $i > i_{gh}$ không có tia khúc xạ.

* $n_1 \sin i_{gh} = n_2 \sin 90^\circ \Rightarrow \sin i_{gh} = \dfrac{n_2}{n_1} < 1$

Hiện tượng khi ánh sáng truyền từ môi trường 1 có chiết suất n_1 đến mặt ngăn cách với môi trường 2 có chiết suất $n_2 < n_1$ mà không có tia khúc xạ chỉ có tia phản xạ gọi là phản xạ toàn phần.

c) Điều kiện để có phản xạ toàn phần:

* Ánh sáng đi từ môi trường chiết suất lớn hơn sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn.

* Góc tới lớn hơn góc giới hạn $i > i_{gh}$.

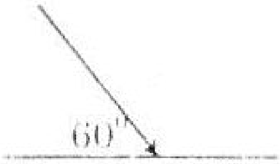
2. Ứng dụng của hiện tượng phản xạ toàn phần

Dùng chế tạo sợi quang học. Sợi quang học dẫn sáng do phản xạ toàn phần, ứng dụng trong công nghệ thông tin và y học ...

II. BÀI TẬP MẪU

2.1. Thiết diện thẳng của khối trong suốt nửa hình trụ là nửa hình tròn tâm O, bán kính R. Tia sáng SI nằm trong mặt phẳng thẳng góc với trục của hình trụ, tới mặt phẳng của khối này với góc tới 45°. Chiết suất của khối này là $\sqrt{2}$.

a) Vẽ đường đi tia sáng khi điểm tới I trùng với tâm O. Tính góc ló và góc lệch D giữa tia ló và tia tới.

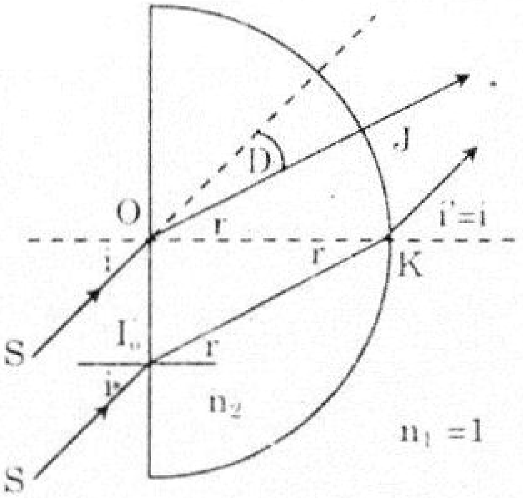


b) Định vị trí điểm I để góc lệch D bằng 0.

c) Điểm I ở trong khoảng nào thì không có tia ló khỏi mặt trụ.

Giải

a) Với tia tới SO, tia khúc xạ OJ chính là bán kính của đường tròn nên thẳng góc với mặt cầu tại J. Do đó, tia OJ truyền thẳng qua mặt trụ.



Ta có:

$$n_1.\sin i = n_2.\sin r$$

$$\Rightarrow \quad \sin r = \frac{n_1}{n_2}.\sin i$$

$$\Rightarrow \quad \sin r = \frac{1}{\sqrt{2}}.\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad r = 30^\circ$$

Góc ló tại J là: $i' = 0$

b) Góc lệch của tia ló với tia tới SO: Góc tới i luôn là 45°, do đó góc khúc xạ khi tia sáng đi vào mặt phẳng của khối bán trụ luôn là $r = 30^\circ$.

Nếu điểm J ở điểm K, trung điểm của cung tròn AB, thì tia khúc xạ tới mặt trụ với góc tới là $\widehat{OKI} = r = 30^\circ$.

Ta có:

$$n_1.\sin i' = n_2.\sin r$$

$$\Rightarrow \quad \sin i' = \frac{n_2}{n_1}.\sin r = \sqrt{2}.\frac{1}{2}$$

Vậy: $i' = 45^\circ = i$

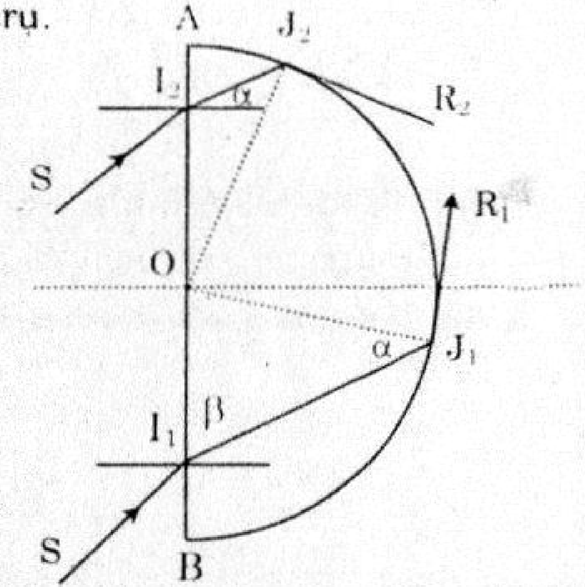
Khi đó tia ló song song với tia tới nên góc lệch D triệt tiêu. Điểm I ở vị trí I_0.

Ta có: $OI_0 = OK.\tan r = R.\tan 30^\circ = R.\frac{\sqrt{3}}{3}$

c) Nếu góc tới mặt trụ lớn hơn góc tới giới hạn α thì ánh sáng sẽ phản xạ toàn phần, không có tia sáng ló ra ở mặt trụ.

$$\sin\alpha = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Khi điểm I từ I_0 rời xa O, góc tới của tia sáng tại mặt trụ tăng lên. Khi I tới vị trí I_1, tia sáng tới mặt trụ ở J_1 với góc tới bằng α. Khi đó, tia ló tiếp xúc với mặt trụ. Vậy khi I ở ngoài khoảng OI_2, không có tia ló ra khỏi mặt trụ.



Xét ΔOI_1J_1, ta có:

$$\frac{\sin\alpha}{OI_1} = \frac{\sin\beta}{OJ_1}$$

$$\Rightarrow \quad OI_1 = \frac{OJ_1.\sin\alpha}{\sin\beta}$$

Trong đó: $OJ_1 = R$;

$$\alpha = 45^\circ;\ \beta = 90^\circ - r = 60^\circ$$

Vậy: $$OI_1 = R\sqrt{\frac{2}{3}}$$

Tương tự, xét trên bán kính OA, ta chỉ có tia sáng ló ra khỏi mặt trụ nếu điểm tới I ở trong khoảng OI_2, với: $OI_2 = R\sqrt{\frac{2}{3}}$

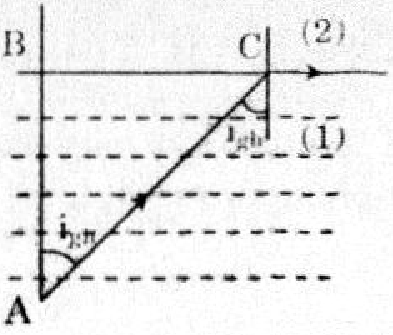
Vậy khi ánh sáng tới mặt phẳng của khối với góc tới 45°, chỉ có tia sáng ló ra khỏi mặt trụ, nếu điểm tới I ở trong khoảng I_1I_2 xác định như trên. Ngoài khoảng trên tia khúc xạ khi tới mặt trụ sẽ bị phản xạ toàn phần.

$$\sin r = \frac{1}{\sqrt{2}}.\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{2}$$

2.2. Một ngọn đèn nhỏ S (coi như một điểm sáng) nằm dưới đáy một bể nước sâu 20cm. Hỏi phải thả nổi trên mặt nước một miếng gỗ mỏng, hình dạng như thế nào và kích thước nhỏ nhất bằng bao nhiêu để ánh sáng của đèn không đi ra ngoài mặt thoáng của nước. Biết chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$.

Giải

Ta có chiết suất của nước: $n_1 = \frac{4}{3}$



Chiết suất của không khí: $n_2 = 1$

$$\Rightarrow \quad n_2 < n_1$$

$$\Rightarrow \quad \sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{4}$$

Xét tam giác ABC

$$\tan i_{gh} = \frac{BC}{AB}$$

$$\Rightarrow \quad BC = \frac{AB.\sin i}{\sqrt{1 - \sin^2 i}} = \frac{3.20}{1.\sqrt{1 - \frac{9}{16}}}$$

$$\Rightarrow \quad BC \approx 22,7\text{cm}$$

Miếng gỗ phải dạng hình tròn, bán kính nhỏ nhất R = BC = 22,7cm

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

23. Hai môi trường trong suốt A và B có mặt phân cách phẳng. Vận tốc truyền ánh sáng trong môi trường A là $2,0.10^8$m/s còn trong môi trường B là $2,25.10^8$m/s. Góc giới hạn phản xạ toàn phần khi ánh sáng đi từ môi trường A đến môi trường B bằng.

A. $27,3^0$ B. $41,6^0$ C. $53,1^0$ D. $62,7^0$

24. Công thức tính góc giới hạn i_{gh} phản xạ toàn phần:

A. $\sin i_{gh} = \frac{1}{n}$ B. $\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2}$

C. $\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2}$ D. $i_{gh} = \frac{1}{n}$

V. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

23. Chọn đáp án: D. $62,7^0$

$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{2,0.10^8}{2,25.10^8} = 0.888 \Rightarrow i_{gh} = 62,7^0$$

24. Chọn đáp án: B. $\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2}$

Trong đó n_1, n_2 lần lượt là chiết suất của môi trường một và môi trường hai.

Chương VII. CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC

Bài 1. LĂNG KÍNH

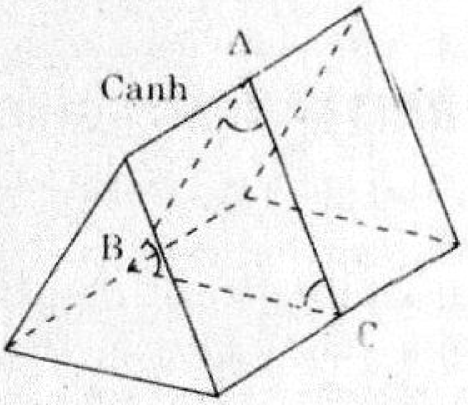
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Cấu tạo lăng kính

a) Định nghĩa:

Lăng kính là một môi trường trong suốt và đồng tính giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song.

Thông thường lăng kính có dạng hình lăng trụ tam giác.



b) Cấu tạo lăng kính

- Hai mặt của lăng kính mà ta dùng là hai mặt bên.
- Mặt còn lại là mặt đáy.
- Góc chiết quang: góc nhị diện A tạo bởi hai mặt bên.
- Cạnh của lăng kính: giao tuyến của hai mặt bên.
- Tiết diện thẳng: Một mặt phẳng P vuông góc với cạnh sẽ cắt lăng kính theo một tiết diện thẳng.

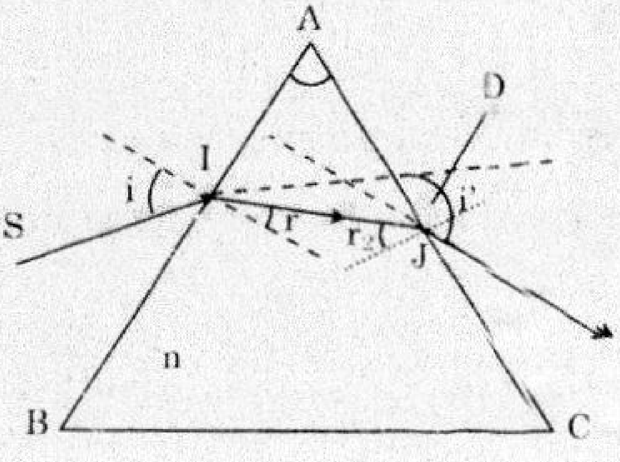
2. Đường đi của một tia sáng qua lăng kính

* Xét ánh sáng truyền trong tiết diện thẳng và lăng kính chiết suất n đặt trong không khí.

* Chiếu tia sáng đơn sắc SI đến mặt AB, sau khi khúc xạ theo tia IJ vào lăng kính.

* Tia sáng ló ra ngoài theo tia JR bị lệch về phía đáy của lăng kính.

* Góc D: hợp bởi tia tới SI và tia ló JR gọi là góc lệch của tia sáng.



3. Công thức lăng kính

– Tại I: sini = n sinr

- Tại J: $\sin i' = n \sin r'$
- Góc chiết quang: $A = r + r'$
- Góc lệch D: $D = i + i' - A$

Khi góc tới i và góc chiết quang A nhỏ:

$$I = n r$$

$$i' = n r'$$

$$A = r + r'$$

$$D = (n - 1) A$$

4. Biến thiên của góc lệch theo góc tới

* Khi có góc lệch cực tiểu, tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phẳng phân giác phân giác của góc A.

* $$i = i' = i_m \Leftrightarrow r = r' = \frac{A}{2}$$

$$\Rightarrow D_m = 2i_m - A$$

và: $$\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

* Điều kiện để có tia ló:

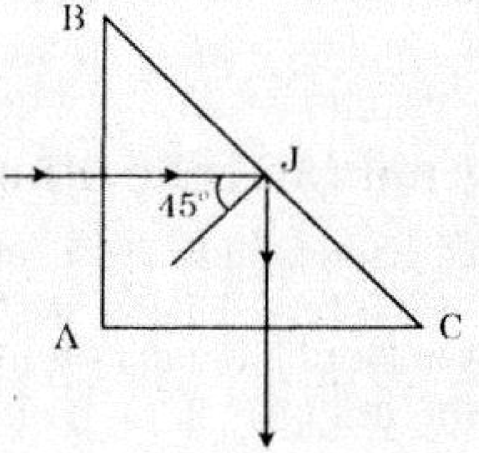
- $A < 2i_{gh}$ với $\sin i_{gh} = \dfrac{1}{n}$
- $i > i_o$ với $\sin i_o = n \sin(\alpha - i_{gh})$

5. Lăng kính phản xạ toàn phần

Là lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân.

6. Ứng dụng

- Dùng làm máy quang phổ lăng kính để phân tích ánh sáng của các nguồn ra các thành phần chỉ có một màu.
- Lăng kính phản xạ toàn phần được dùng trong ống nhòm, bộ phận ngắm của máy ảnh, ...



I. BÀI TẬP MẪU

1. Một tia sáng được chiếu đến điểm giữa của mặt trên một khối lập phương trong suốt, chiết suất n = 1,5. Tìm góc tới lớn nhất để tia khúc xạ còn gặp mặt đáy của khối lập phương.

Giải

Góc khúc xạ lớn nhất r_{Max} thỏa mãn đầu bài ứng với tia khúc xạ từ I đến một trong 4 đỉnh A', B', C', D'.

Theo đầu bài:

$$IH = a,\ HC' = \frac{a\sqrt{2}}{2} \Rightarrow IC' = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{2}} = a\sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\sin r_{Max} = \frac{HC'}{IC'} = \frac{a\sqrt{2} : 2}{a\sqrt{3} : \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

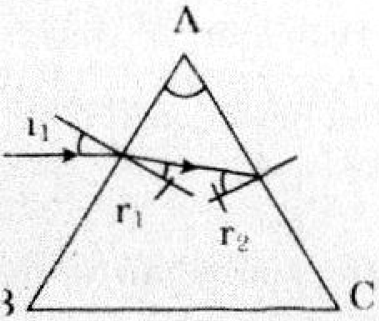
$$\sin i_{Max} = n\sin r_{Max} = 1,5\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow i_{Max} = 60^0$$

1.2. Một lăng kính A = 70° có chiết suất tỉ đối với một môi trường đặt lăng kính là n = 1,5. Tìm điều kiện về góc tới i để có được tia ló ra sau lăng kính.

Giải

Tính góc giới hạn (i_{gh}) để có hiện tượng phản xạ toàn phần.

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.50} \approx 0,667$$



$\Rightarrow\quad i_{gh} = 41,8^0$

$\Rightarrow\quad r_1 = A - r_2$

Xét $\quad r_{2gh} = i_{gh} = 41,8^0$

$\Rightarrow\quad r_{1gh} = 70^0 - 41,8^0 = 28,2^0$

Để có tia ló ra mặt AC thì $r_1 > 28,2^0$

Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng:

$$\sin i_1 = n.\sin r_1 > 1,5.0,472 = 0,709 \Rightarrow i_1 > 45,12^0$$

Vậy khi góc tới $i_1 > 45,12^0$ sẽ có được tia ló ra sau lăng kính.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Lăng kính có chiết suất n góc chiết quang A = 36°. Một chùm tia sáng hẹp, đơn sắc được chiếu vuông góc đến mặt trước của lăng kính. Chùm tia ló sát mặt sau của lăng kính. Chiết suất là:

A. n = 1,24 B. n = 1,33 C. n = 1,5 D. n = 1,7

1.4. Lăng kính có chiết suất n = 1,55 và góc chiết quang A. Một chùm tia sáng hẹp, đơn sắc được chiếu vuông góc đến mặt trước của lăng kính. Chùm tia ló sát mặt sau của lăng kính, Góc chiết quang là::

A. A = 40,2° B. A = 32,8° C. A = 49,8° D. A = 0,7°

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.3. Chọn đáp án: D. n = 1,7

Do $i_2 = 90^\circ$, nên:

$$n = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{1}{0,588} = 1,7$$

1.4. Chọn đáp án: A. A = 40,2°

$i_2 = 90^\circ$, $r_2 = A$; $n = 1,55$

$$\Rightarrow \quad \sin A = \sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n} = \frac{1}{1,55} = 0,645 \Rightarrow A = 40,2^\circ.$$

Bài 2. THẤU KÍNH MỎNG

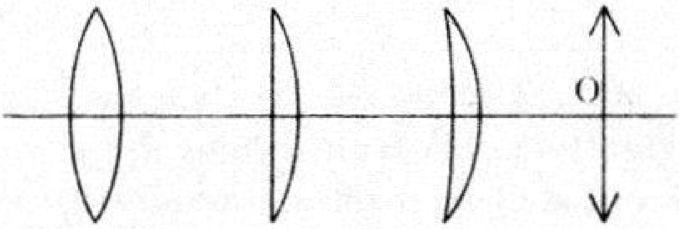
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa

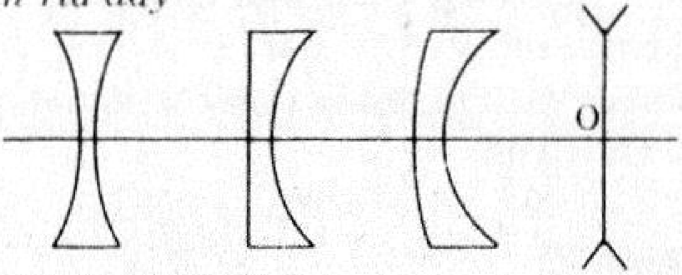
Thấu kính là một môi trường trong suốt giới hạn bởi hai mặt cong hoặc bởi một mặt cong và một mặt phẳng.

2. Phân loại thấu kính

a) *Thấu kính rìa mỏng*



b) *Thấu kính rìa dày*



c) *Điều kiện tương điểm*

- Bán kính mở của thấu kính rất nhỏ so với bán kính các mặt cầu (r << R)
- Góc tới i của tia sáng là nhỏ (i < 7°)

d) *Các phần tử của thấu kính: Trục chính – Quang tâm – Trục phụ*

* Trục chính: Đường thẳng nối tâm hai mặt cầu giới hạn thấu kính.

* Quang tâm O của thấu kính mỏng: $O_1 \equiv O_2 \equiv O$.

* Trục phụ: Mọi đường thẳng qua quang tâm khác trục chính gọi là trục phụ.

Mọi tia sáng qua quang tâm của thấu kính mỏng đều truyền thẳng.

➢ **Chú ý:**

* Xét trường hợp chiết suất tỉ đối của thấu kính đối với môi trường đặt thấu kính n > 1.

– Thấu kính rìa mỏng là thấu kính hội tụ: thấu kính mà tia ló lệch gần về trục chính hơn so với tia tới.

– Thấu kính rìa dày là thấu kính phân kỳ: thấu kính mà tia ló lệch xa trục chính hơn so với tia tới.

3. Tiêu điểm – Tiêu diện – Tiêu cự

a) Tiêu điểm ảnh chính F: Là điểm đồng qui của chùm tia ló ứng với chùm tia tới song song với trục chính.

b) Tiêu điểm vật chính F': Là vị trí của nguồn sáng điểm để có chùm sáng ló song song với trục chính.

c) Tiêu điểm ảnh phụ F_p: Là điểm đồng qui của chùm tia ló ứng với chùm tia tới song song với trục phụ.

d) Tiêu điểm vật phụ F'_p: Là điểm đồng qui của chùm tia tới ứng với chùm tia ló song song với trục phụ.

e) Tiêu diện: Tập hợp các tiêu điểm của thấu kính.

– Trong điều kiện tương điểm, tiêu diện có thể coi là một phần của mặt phẳng vuông góc với trục chính tại tiêu điểm chính.

Đối với thấu kính mỏng, hai tiêu diện ảnh và vật đối xứng nhau qua quang tâm.

f) Tiêu cự: là khoảng cách từ quang tâm đến tiêu điểm vật chính.

$$|f| = OF = OF'$$

Qui ước:

– Thấu kính hội tụ f > 0.

– Thấu kính phân kỳ f < 0.

4. Đường đi của các tia sáng qua thấu kính

a) Các tia đặc biệt:

– Tia qua quang tâm O.

– Tia tới song song với trục chính.

– Tia tới có phương qua F'

b) Tia bất kỳ:

Vẽ ảnh của một điểm sáng nằm ngoài trục chính.

Vẽ ảnh của một điểm sáng nằm trên trục chính.

Vẽ ảnh của một vật.

5. Xác định ảnh bằng cách vẽ đường đi của các tia sáng

- Tia tới song song trục chính cho tia ló có phương qua tiêu điểm ảnh chính F'.
- Tia tới qua quang tâm O thì truyền thẳng.
- Tia tới có phương qua tiêu điểm vật chính F cho tia ló song song trục chính.
- Tia tới song song với trục phụ cho tia ló có phương qua tiêu điểm ảnh phụ.

6. Độ tụ thấu kính

a) Độ tụ: là số nghịch đảo của tiêu cự. $D = \frac{1}{f}$ (dp)

b) Trong không khí: $D = \frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

c) Trong môi trường có chiết suất n': $D = \frac{1}{f} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

- $D > 0$: thấu kính hội tụ.
- $D < 0$: thấu kính phân kỳ.
- $R > 0$: mặt lồi.
- $R < 0$: mặt lõm.
- $R \to \infty$: mặt phẳng.
- n: chiết suất tuyệt đối của chất làm thấu kính.
- n': chiết suất tuyệt đối của môi trường.

7. Các công thức về thấu kính

a) *Công thức tính tiêu cự:* $\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

b) *Công thức độ phóng đại:* $k = -\frac{d'}{d}$

- $k > 0$: vật, ảnh cùng chiều
- $k < 0$: Vật, ảnh ngược chiều

c) *Công thức về vị trí ảnh:* $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}$

II. BÀI TẬP MẪU

2.1. Một thấu kính có hai mặt giới hạn: mặt lồi có bán kính 18cm, mặt lõm có bán kính 9cm. Chiết suất thấu kính $n = 1,5$

a) Xét thấu kính đặt trong không khí. Thấu kính loại gì? Tính tiêu cự.

b) Cho biết ảnh cách vật 100cm. Xác định vị trí đặt thấu kính trong không khí.

Giải

a) Ta có thấu kính có hai mặt giới hạn: một mặt lồi $R_1 = 18cm$ và một mặt lõm $R_2 = -9cm$ đó là thấu kính rìa dày.

Mà chiết suất $n = 1,5$ của thấu kính đối với môi trường đặt nó là không khí $n' = 1$ thấu kính phân kì $\Rightarrow f < 0$.

Công thức tính tiêu cự:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = (1,5 - 1)\left(\frac{1}{18} - \frac{1}{9}\right) = -\frac{1}{36} \Rightarrow f = -36cm$$

b) Vị trí ảnh: $d' = \dfrac{df}{d - f}$

Đặt: $L = d + d' = d + \dfrac{df}{d - f} = \dfrac{d^2}{d - f}$

$$\Rightarrow d^2 - Ld + Lf = 0$$

Vật thật $d > 0$, thấu kính phân kỳ cho ảnh ảo $d' < 0$ và $|d'| < d$; $L = 150cm$

$$\Rightarrow d^2 - 150d - 5400 = 0$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} d = 180cm \Rightarrow d' = -30cm \\ d = -30cm \Rightarrow d' = 180cm \end{array}\right.$$

Loại cặp nghiệm $d = -30cm$ và $d' = 180cm$

Vậy thấu kính cách vật 180cm.

2.2. Một thấu kính hội tụ được chế tạo từ thủy tinh có dạng phẳng lồi, chiết suất thủy tinh $n = 1,5$; tiêu cự thấu kính là $f = 20cm$. Một vật AB có dạng một đoạn thẳng sáng có chiều dài l đặt trùng với trục chính và trung điểm C của AB nằm cách thấu kính 30cm.

a) Tính bán kính mặt lồi của thấu kính.

b) Định vị trí ảnh C' của C cho bởi thấu kính, vẽ ảnh của C.

c) Cho biết ảnh của toàn vật AB là một ảnh thật A'B', ảnh này lớn gấp 6,26 lần vật, tính chiều dài l của vật AB.

Giải

a) Tính bán kính R của thấu kính:

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\frac{1}{R} \Rightarrow R = f(n - 1) = 10cm$$

b) Vị trí ảnh C' của C:

$$d'_C = \frac{d_C f}{d_C - f} = \frac{30.20}{30 - 20} = 60cm$$

c) Xét $d_A > d_B \Rightarrow d'_B > d'_A$

$$d_A + d_B = 2\, d_C \qquad (1)$$

$$d'_B - d'_A = \frac{d_B f}{d_B - f} - \frac{d_A f}{d_A - f} = d_A - d_B$$

$$\Rightarrow \quad f^2 = d_A d_B - f(d_A + d_B) + f^2$$

Thay số:

$$d_A d_B = 400\left(\frac{1}{6,26} - 1\right) + 20.60 = 863,9 \approx 864 \qquad (2)$$

Thay (1) vào (2):

$$d_A^2 - 60 d_A + 864 = 0$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} d_A = 36cm > d_B = 24cm \\ d_A = 24cm > d_B = 36cm > d_A \ \text{(loại)} \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \quad l = d_A - d_B = 12cm$$

2.3. Vật thật và ảnh của nó cho bởi thấu kính hội tụ cách nhau 20cm. Bết vật cách thấu kính 20cm. Xác định độ tụ của thấu kính.

Giải

Vật thật d = 20cm = L ⇒ ảnh ảo d' < 0

$$d + d' = L < 0$$

$$\Rightarrow \quad d' = L - d = -20 - 20 = -40\ cm$$

Tiêu cự của thấu kính:

$$f = \frac{dd'}{d + d'} = \frac{20(-40)}{20 - 40} = 40cm = 0,40m$$

Độ tụ của thấu kính:

$$D = D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,40} = 2,5dp$$

2.4. Một điểm sáng A trên trục chính của một thấu kính cho ảnh A' cùng bên với A và xa thấu kính hơn A.

a) Thấu kính loại gì? giải thích.

b) Cho biết OA' = 2.0cm; AA'= 12,5cm. Xác định độ tụ của thấu kính.

Giải

a) Theo đầu bài: vật thật $d > 0$ cho ảnh cùng bên là ảnh ảo $d' < 0$

và $|d'| > d \Rightarrow f = \dfrac{dd'}{d + d'} > 0$ nên là thấu kính hội tụ

b) Vị trí ảnh: $d' = \dfrac{df}{d - f}$ (1)

Đặt: $K = -\dfrac{d'}{d}$ (2)

Từ (1) và (2), suy ra: $d = f\left(1 - \dfrac{1}{K}\right)$; $d' = f(1 - K)$

Đặt: $L = d + d' = f\left(2 - K - \dfrac{1}{K}\right) \Rightarrow f = -\dfrac{KL}{(K - 1)^2}$

Với: K = 2; L = − 12,5 cm

$$\Rightarrow f = -\frac{2.(-12,5)}{(2-1)^2} = 25\text{cm}$$

Tụ số của thấu kính:

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} = 4\text{dp}$$

2.5. Thấu kính hội tụ đặt trong không khí có tiêu cự 24cm, được làm bằng thủy tinh có chiết suất 1,5; gồm hai mặt cầu, một mặt có bán kính gấp đôi mặt kia.

a) Tìm bán kính mỗi mặt.

b) Đặt một điểm sáng S trên trục chính và cách thấu kính bao xa để ảnh S' của nó cách S một khoảng 45cm.

Giải

a) Gọi $R_1 > 0$ là bán kính mặt lồi, $R_2 < 0$ là bán kính mặt lõm.

Công thức tính tiêu cự: $\dfrac{1}{f} = (n - 1)\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right)$

Thấu kính hội tụ: $R_2 = -2R_1$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{(n-1)f}{2} \Rightarrow R_1 = \frac{(1,5-1)24}{2} = 6\text{cm} \Rightarrow R_2 = -12\text{cm}$$

b) Tính khoảng cách từ thấu kính đến điểm sáng S(d) và đến S'(d')

Khoảng cách giữa vật và ảnh: $|d + d'| = 25 < 4f = 96$ nên vật thật $d > 0$, ảnh ảo $d' < 0$ $|d'| > D$.

$$\Rightarrow \quad d + d' = -25 \text{ cm} \qquad (1)$$

Mà $$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{24d}{d - 24} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2),suy ra:

$$d^2 + 25d - 600 = 0$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} d = 15\text{cm} \\ d = -40\text{cm (loại)} \end{array}\right.$$ Vậy S cách thấu kính 15cm.

2.6. Hai điểm sáng A và B cách nhau L = 108cm và đều nằm trên trục chính của một thấu kính hội tụ về hai phía. Thấu kính cho hai ảnh A', B' trùng nhau tại C. Cho biết OB = 5OA. Tính tiêu cự của thấu kính.

Giải

Theo tính chất thấu kính, vật thật đặt ở hai điểm A và B qua thấu kính cho ảnh tại C, thì một ảnh thật và một ảnh ảo.

Do: $OB = d_2 = 5.OA = 5.d_1$ (1)

Nên ảnh A' là ảo và B' là thật.

Ta có: $d_1 + d_2 = 108\text{cm}$ (2)

Từ (1) và (2), suy ra: $d_1 = 18\text{cm}$ và $d_2 = 90\text{cm}$

Mặt khác: $d'_1 = -d'_2 \Leftrightarrow \dfrac{d_1}{d_1 - f} = \dfrac{-d_2}{d_2 - f}$

$$\Rightarrow \quad 2d_1 d_2 - (d_1 + d_2)f = 0$$

$$\Rightarrow \quad 2.18.90 - 108.f = 0 \Rightarrow f = 30\text{cm}$$

2.7. Hai điểm sáng A và B cách nhau L = 45cm và đều nằm trên trục chính của một thấu kính hội tụ về hai phía. Thấu kính cho hai ảnh A', B' trùng nhau tại C. Cho biết OC = 60cm. Tính tiêu cự của thấu kính.

Giải

Giả sử A' thật, B' ảo:

$d'_A = 60\text{cm}$; $d'_B = -60\text{cm}$

$$d_A + d_B = 45\text{cm} \Rightarrow \frac{d'_A f}{d'_A - f} + \frac{d'_B f}{d'_B - f} = 45$$

$$\Rightarrow \quad \frac{60f}{60-f} + \frac{60f}{60-f} = 45 \Rightarrow f^2 + 160f - 3600 = 0$$

$$\Rightarrow \quad \left[\begin{array}{l} f = 20cm \\ f = -180cm \text{ loại} \end{array}\right.$$

Tiêu cự thấu kính là 20cm.

2.8. Một vật phẳng nhỏ AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ, cách thấu kính 30cm, ta thu được một ảnh của vật trên một màn ảnh đặt sau thấu kính. Dịch chuyển vật ra xa, cách thấu kính 50cm, ta phải dịch chuyển màn ảnh để lại thu được ảnh. Ảnh sau cao bằng 1/2 ảnh trước.

a) Tính tiêu cự của thấu kính.

b) Tính số phóng đại của các ảnh đó.

Giải

Công thức thấu kính: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d} \Rightarrow d' = \frac{df}{d-f}$ (1)

Số phóng đại ảnh: $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d}$ (2)

Từ (1) và (2), suy ra: $d = f(1 - \frac{1}{k})$; $d' = f(1 - K)$

Vị trí đầu: $d_1 = 30cm$; $K_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$

$$\Rightarrow \quad f(1 - \frac{1}{K_1}) = 30cm \qquad (3)$$

Vị trí sau: $d_2 = 50cm$; $K_2 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}}$

$$\Rightarrow \quad f(1 - \frac{1}{K_2}) = 50cm \qquad (4)$$

Từ (3) và (4), suy ra:

$$2K_1K_2 + 3K_1 - 5K_2 = 0$$

Mà $K_2 = 0,5K_1$ Vì $\overline{A_2B_2} = 0,5\,\overline{A_1B_1}$

$\Rightarrow \quad K_1^2 + 0,5\,K_1 = 0$

$\Rightarrow \quad K_1 = -0,5 \Rightarrow K_2 = -0,25$

$$\Rightarrow \quad f = \frac{30}{1 - \frac{1}{0,5}} = \frac{30}{1+2} = 10cm$$

Vậy tiêu cự thấu kính là 10cm và số phóng đại ảnh lần lượt là –0,5 và –0,25

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

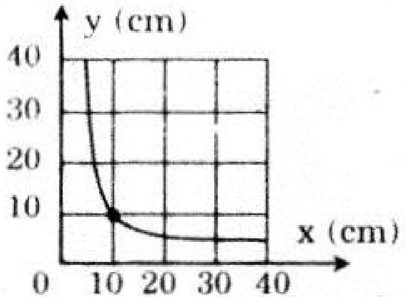
2.9. Một thấu kính tạo ra ảnh thật của nguồn sáng điểm. Khoảng cách từ nguồn đến thấu kính là x (cm) từ thấu kính đến ảnh là y (cm). Đồ thị hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của y vào x. Từ đồ thị có thể kết luận thấu kính là:

A. phân kỳ có tiêu cự 20cm.

B. hội tụ có tiêu cự 20cm.

C. hội tụ có tiêu cự 5cm.

D. phân kỳ có tiêu cự 10cm.



2.10. Một vật thật đặt cách 75cm trước một thấu kính hội tụ, tạo ảnh thật hứng trên màn đặt sau kính 38cm. Hãy xác định độ tụ của kính và ảnh nhận được có chiều thuận hay nghịch trên màn.

A. D = 1,3dp; thuận　　　　B. D = 0,9dp; nghịch

C. D = 2,6dp; nghịch　　　　D. D = 4dp; nghịch

2.11. Ảnh của một vật sáng AB vuông góc với trục chính của thấu kính hội tụ là ảnh ảo có A'B'= 2AB. Biết ảnh cách thấu kính 32cm. Tính tiêu cự của thấu kính.

A. –64cm　　B. –32cm　　C. 32cm　　D. 64cm

2.12. Một vật được đặt 4cm trước một thấu kính hội tụ tiêu cự 9cm. Hãy tính vị trí ảnh nhận được và xác định ảnh đó có thật hay không.

A. d' = 1,8cm; thật　　　　B. d' = 4cm; thật

C. d'= – 7,2cm; ảo　　　　D. d' = 9cm; ảo

2.13. Một thấu kính được dùng để tạo ra một ảnh rõ nét trên 1 màn ảnh. Khi nửa phải của kính bị che bởi một chất chắn sáng ảnh sẽ bị ảnh hưởng như thế nào?

I. nửa phải của ảnh sẽ biến mất.

II. nửa trái của ảnh sẽ biến mất.

III. kích cỡ của ảnh sẽ bằng nửa ảnh ban đầu.

IV. độ sáng của ảnh sẽ bằng nửa độ sáng ảnh ban đầu.

A. Chỉ IV. B. Chỉ I và III.

C. Chỉ II và IV. D. Chỉ I, IV và III.

2.14. Một thấu kính hội tụ mỏng tiêu cự f và khẩu độ có đường kính D. Thấu kính tạo ra một ảnh có cường độ sáng là I. Bây giờ dùng giấy đen che phần tâm của thấu kính một vùng tròn bán kính $\frac{1}{2}d$ không cho ánh sáng truyền qua. Tiêu cự và cường độ sáng của ảnh bây giờ sẽ là:

A. $\frac{3f}{4}$ và $\frac{I}{2}$ B. f và $\frac{3I}{4}$ C. f và $\frac{I}{4}$ D. $\frac{f}{2}$ và $\frac{I}{2}$

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.9. Chọn đáp án: C. hội tụ có tiêu cự 5cm.

$$f = \frac{dd'}{d+d'} = \frac{10.10}{10+10} = 5cm$$

2.10. Chọn đáp án: D. D = 4dp; nghịch

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,38} = 3,96dp \approx 4dp$$

2.11. Chọn đáp án: C. 32cm

$$d' = f(1 - k) \Rightarrow 32 = f(1 - 2) \Rightarrow f = 32cm$$

2.12. Chọn đáp án: C. d'= – 7,2cm; ảo

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{4.9}{4 - 9} = -7.2cm$$

2.13. Chọn đáp án: A. Chỉ IV.

2.14. Chọn đáp án: C. f và $\frac{I}{4}$.

Bài 3. MẮT

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Cấu tạo

- Về phương diện quang học, mắt tương đương với một thấu kính hội tụ gọi là thấu kính mắt.
- Tiêu cự thấu kính mắt có thể thay đổi khi độ cong các mặt thủy tinh thể thay đổi.

- Màn lưới (võng mạc) đóng vai trò như một màn ảnh, trên võng mạc có điểm vàng V và vùng lân cận rất nhạy với ánh sáng.
- Khoảng cách từ quang tâm của thấu kính mắt đến võng mạc là không đổi. ($d' \approx 2.2$cm)

2. Sự điều tiết của mắt. Điểm cực cận. Cực viễn

a) *Sự điều tiết của mắt*

Là sự thay đổi tiêu cự của thấu kính mắt để tạo ảnh của vật luôn hiện rõ trên võng mạc.

b) *Điểm cực cận, điểm cực viễn*

- Điểm cực cận (C_c): là điểm gần nhất nằm trên trục của mắt mà mắt nhìn rõ điểm đó khi điều tiết tối đa (f_{min}).
- Điểm cực viễn (C_v): là điểm xa nhất nằm trên trục của mắt mà mắt nhìn rõ điểm đó khi không điều tiết ($f_{Max} = OV$). Mắt không có tật thì C_v ở vô cực.

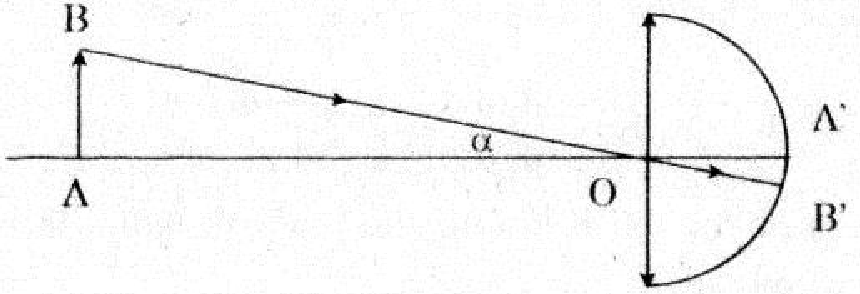
c) *Khoảng cực cận, giới hạn nhìn rõ của mắt*

- Khoảng cực cận: là khoảng nhìn rõ ngắn nhất (từ quan tâm của mắt tới điểm cực cận) $Đ = OC_c$
- Giới hạn nhìn rõ của mắt: là khoảng cách từ điểm cực cận tới điểm cực viễn.

3. Góc trông vật và năng suất phân ly của mắt

a) *Góc trông vật AB:* có dạng một đoạn thẳng đặt vuông góc với trục chính của mắt là góc tạo bởi hai tia sáng đi từ hai đầu A và B của vật qua quang tâm O của mắt.

$$\tan\alpha = \frac{AB}{OA}$$



b) *Năng suất phân ly của mắt* là góc trông nhỏ nhất α_{min} mà mắt còn có thể phân biệt được hai điểm A và B.

$$\alpha_{min} \approx 1' \approx \frac{1}{3500}\text{ rad.}$$

4. Sự lưu ảnh trên võng mạc

Sự lưu lại hình ảnh của vật trong võng mạc trong khoảng thời gian cỡ 0,1s sau khi ánh sáng từ vật kích thích lên võng mạc đã mất.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

3.1. Một thấu kính phân kỳ O_1 có tiêu cự 4cm và một thấu kính hội tụ O_2, tiêu cự 8cm có chung trục chính, được đặt cách nhau một khoảng $l = O_1O_2 = 4$cm.

a) Chứng minh rằng một vật đặt trước O_1 luôn luôn có một ảnh ảo, có độ phóng đại K không đổi.

b) Một vật phẳng, nhỏ AB = 1,5cm, đặt trước O_1 cách O_2 một khoảng $d_1 = 21$cm. Mắt đặt sau O_2, sát O_2 và quan sát ảnh A'B' của AB qua hệ. Tính góc trông vật α và góc trông ảnh A'B' đối với vị trí ấy của mắt, từ đó suy ra độ bội giác α'/α.

Giải

a) Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow{(L_2)} A_2B_2$$

$$\begin{array}{cccccc} \overset{d_1}{\longleftrightarrow} & O_K & \overset{d'_1}{\longleftrightarrow} & \overset{d_2}{\longleftrightarrow} & O & \overset{d'_2}{\longleftrightarrow} \\ & & \multicolumn{2}{c}{\overset{l}{\longleftrightarrow}} & & \end{array}$$

$$d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{-4d_1}{d_1+4}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 4 - \frac{-4d_1}{d_1+4} = \frac{8d_1+16}{d_1+4}$$

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{8(8d_1+16)}{(d_1+4)\left(\frac{8d_1+16}{d_1+4} - 8\right)} = -\frac{(8d_1+16)}{2}$$

$$K = K_1.K_2 = \frac{d'_1\,d'_2}{d_1\,d_2} = \frac{-4}{d_1+4}\cdot\frac{-(d_1+4)}{2} = 2$$

Vậy số phóng đại K không phụ thuộc d_1 nghĩa là K không đổi.

b) Góc trông vật:

$$\alpha \approx \tan\alpha = \frac{AB}{OA} = \frac{AB}{O_2O_1 + O_1A_1} = \frac{1,5}{4+21} = 0,06$$

Góc trông ảnh α':

$$d_1 = 21\text{cm};\ d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{21(-4)}{21+4} = -3,36\text{cm}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 4 - (-3,36) = 7,36\text{cm}$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{7,36.8}{7,36 - 8} = -92\text{cm}$$

$$\alpha' \approx \tan\alpha' = \frac{A_2B_2}{OA_2} = \frac{|K|.AB}{OA_2} = \frac{2.1,5}{92} = 0,033$$

Số bội giác: $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{0,033}{0,06} = 0,55 < 1$

3.2. Cho hai thấu kính đồng trục O_1, O_2 cách nhau 5cm, có tiêu cự $f_1 = -5\text{cm}$, $f_2 = 10\text{cm}$.

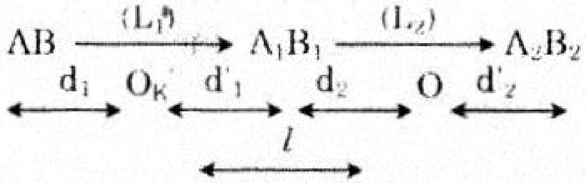
a) Chứng minh rằng một vật đặt trước O_1 qua hệ luôn cho một ảnh ảo.

b) Một vật nhỏ AB đặt trước O_1, cách O_1 20cm. Xác định vị trí và độ phóng đại K của ảnh. Có nhận xét gì về K?

c) Một người có điểm cực cận cách mắt là 15cm và điểm cực viễn cách mắt 2m, đặt mắt sau O_2. Hỏi vật AB phải đặt ở đâu trước O_1 để người này có thể quan sát được ảnh của vật.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:



a) Vị trí ảnh A_1B_1: $d'_1 = \dfrac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \dfrac{-5d_1}{d_1 + 5}$

Vị trí vật A_1B_1 của thấu kính L_2:

$$d_2 = l - d'_1 = 5 + \frac{5d_1}{d_1 + 5} = \frac{10d_1 + 25}{d_1 + 5}$$

Vị trí ảnh A_2B_2 của thấu kính L_2:

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(10d_1 + 25)10}{(d_1 + 5)\left(\dfrac{10d_1 + 25}{d_1 + 5} - 10\right)} = -\frac{(10d_1 + 25)10}{25}$$

$\Rightarrow \quad d'_2 = -0,4(10d_1 + 25)$

Do $d_1 > 0 \Rightarrow d'_2 < 0$ ảnh ảo

Vậy vật đặt trước O_1 qua hệ luôn cho một ảnh ảo.

b) Xét $d_1 = 0,2\text{m} \Rightarrow d'_2 = -0,4(10.20 + 25) = -90$ cm

$$K = K_1K_2 = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right)\left(-\frac{d'_2}{d_2}\right)$$

$$K = \left(\frac{-5}{d_1 + 5}\right)\frac{0,4(d_1 + 5)(10d_1 + 25)}{10d_1 + 25} = -2 = \text{const} \; \forall \; d_1$$

d) Xét: $A_2 \equiv C_V$: $d_{3V} = OC_V = 200cm$

$$d'_{2V} = -d_{3V} = -200cm$$

$$d'_{2V} = \frac{d_{2V}f_2}{d_{2V} - f_2} = \frac{-200.10}{-200-10} = 9,52cm$$

$$d'_{1V} = l - d_{2V} = 5 - 9,52 = -4,52\ cm$$

$$d_{1V} = \frac{d'_{1V}f_1}{d'_{1V} - f_1} = \frac{-4,52(-5)}{-4,52 + 5)} = 47,1cm$$

Xét: $A_2 \equiv C_C$: $d_{3C} = OC_C = 15\ cm$

$$d'_{2C} = -d_{3C} = -15\ cm$$

$$d_{2C} = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-15.10}{-15-10} = 6,0cm$$

$$d'_{1C} = l - d_{2C} = 5 - 6 = -1cm$$

$$d_{1C} = \frac{d'_{1C}f_2}{d'_{1C} - f_1} = \frac{-1(-5)}{-1+5} = 1,25cm$$

Vậy vật AB phải đặt trong khoảng từ 1,25cm đến 47,1cm trước O_1 để người này có thể quan sát được ảnh của vật.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Một người nhìn thấy rõ được những vật cách mắt từ 15cm đến 50cm. Người này không đeo kính, soi gương cầu lõm để quan sát mặt của mình. Gương có tiêu cự 60cm. Hỏi phải đặt gương trong khoảng nào trước mắt để mắt người ấy nhìn thấy ảnh cùng chiều qua gương ở trạng thái điều tiết tối đa?

A. 20cm B. 150cm C. 128cm D. 7cm

3.4. Một người đứng tuổi có khả năng nhìn rõ những vật ở xa; nhưng chỉ nhìn rõ những vật gần nhất cách mắt 60cm. Khi đeo sát mắt một kính có độ tụ +2,5dp thì có thể đọc được trang báo cách mắt gần nhất:

A. 40cm B. 24cm C. 120cm D. 0,4cm

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.3. Chọn đáp án: D. 7cm

$$l + |d'| = OC_c = 15cm \Rightarrow d' = l - 15 < 0 \text{ (ảnh ảo)}$$

$f = 60cm$; mà: $l = d$

$$\Rightarrow \frac{df}{d-f} = d - 15 \Rightarrow 60d = (d-60)(d-15)$$

$$\Rightarrow d^2 - 135d + 900 = 0$$

Giải phương trình ta được: $d = 7cm$ và $d = 128cm$ (loại)

3.4. Chọn đáp án: B. 24cm

Tiêu cự: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,5} = 0.4m = 40cm$

Ảnh ảo hiện lên ở cực cận: $d' = -60cm$

$$d = \frac{d'f}{d'-f} = \frac{60.40}{60+40} = 24cm.$$

Bài 4. CÁC TẬT CỦA MẮT VÀ CÁCH KHẮC PHỤC

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Cận thị

a) *Đặc điểm của mắt cận:*

- Điểm cực viễn (C_V): Ở gần mắt, cách mắt khoảng 2m trở lại. Nhìn vật đặt ở điểm cực viễn, mắt không phải điều tiết (f_{max}).
- Điểm cực cận (C_C): Ở rất gần mắt hơn so với mắt không có tật.
- Cận thị là mắt khi không điều tiết, tiêu điểm của thấu kính mắt nằm trước võng mạc. ($f_{max} < OV$)

b) *Cách khắc phục tật cận thị:*

Để cho mắt cận có thể nhìn rõ được những vật ở xa mà không điều tiết có hai cách giải quyết:

* Dùng một thấu kính phân kỳ sao cho ảnh của các vật ở vô cực qua kính hiện lên ở điểm cực viễn của mắt.

Nếu kính đeo sát mắt thì tiêu cự của kính $f = -OC_V$.

* Phẫu thuật giác mạc làm thay đổi tiêu cự của thấu kính mắt.

2. Viễn thị

a) *Đặc điểm của mắt viễn:*

- Điểm cực cận (C_C): ở xa mắt hơn so với mắt không tật ($OC_C > 25cm$).
- Khi nhìn vật ở vô cực mắt phải điều tiết.

- Viễn thị là mắt khi không điều tiết, tiêu điểm của thấu kính mắt nằm sau võng mạc. ($f_{max} > OV$)

b) *Cách khắc phục tật viễn thị*:

Để cho mắt viễn thị có thể nhìn rõ được những vật ở xa mà không điều tiết có hai cách giải quyết:

* Dùng một thấu kính hội tụ có độ tụ thích hợp đeo trước mắt hay gắn sát giác mạc.

* Phẫu thuật giác mạc làm thay đổi tiêu cự của thấu kính mắt.

3. Lão thị

a) *Đặc điểm của mắt lão*:

- Điểm cực cận (C_c): ở xa mắt hơn so với mắt không tật ($OC_c > 25$cm).
- Khi nhìn vật ở vô cực mắt không điều tiết.
- Lão thị là tật thông thường của mắt ở những người nhiều tuổi, khả năng điều tiết tối đa bị giảm do thủy tinh thể trở nên cứng hơn và cơ vòng yếu đi.

b) *Cách khắc phục tật lão thị*:

Tương tự như người viễn thị.

II. BÀI TẬP MẪU

4.1. Một người đứng tuổi có khả năng nhìn rõ những vật ở xa; nhưng để nhìn rõ những vật gần nhất, cách mắt 27cm thì phải đeo kính có độ tụ +2,5dp. Kính cách mắt 2cm.

a) Nếu đưa kính vào sát mắt thì người ấy sẽ nhìn rõ những vật nằm trong khoảng nào trước mắt.

b) Khi vẫn được đeo cách mắt 2cm. Tính độ bội giác của ảnh khi người ấy nhìn một vật ở gần mắt nhất và khi người ấy nhìn một vật ở xa mắt nhất.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow{\text{Kính lúp}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Mắt}} A_2B_2$$

$$\overset{d_1}{\longleftrightarrow} O_K \overset{d'_1}{\longleftrightarrow} \overset{d_2}{\longleftrightarrow} O_2 \overset{d'_2}{\longleftrightarrow}$$

$$\overset{l}{\longleftrightarrow}$$

Vật gần nhất: $d_{1c} = 27 - 2 = 25$cm

$$f = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,5} = 0,40 \text{ m} = 40\text{cm}$$

$$\Rightarrow \qquad d'_{1c} = \frac{25.40}{25 - 40} \approx -66,7\text{cm}$$

$$\Rightarrow \qquad d_{2c} = l - d'_{1c} = 2 + 66.7 \approx 68,7\text{cm}$$

Giới hạn nhìn rõ từ 68,7cm → ∞

a) Xác định d_1 khi $l = 0$:

$d_{2V} \to \infty \Rightarrow d'_{1V} = -\infty;\ d_{1V} = f_k = 40\text{cm}$

$d_{2c} = 68.7\text{cm} \Rightarrow d'_{1c} = -68,7\text{cm}$

$$\Rightarrow \qquad d_{1c} = \frac{68,7.40}{68,7 - 40} \approx 25,3\text{cm}$$

Người đeo kính nhìn rõ những vật nằm trong khoảng từ 25,3cm đến 40cm.

b) Tính độ bội giác của ảnh:

Góc trông ảnh qua kính:

$$\beta \approx \tan\beta = \frac{A_1B_1}{OA_1}$$

Góc trông vật AB khi ở cực cận:

$$\beta \approx \tan.\alpha = \frac{AB}{OA} = \frac{AB}{OC_c}$$

$$G = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{A_1B_1}{AB}\cdot\frac{OC_c}{OA_1} = |K|\frac{OC_c}{OA_1}$$

* Xét ngắm chừng ở cực cận $A_1 \equiv C_c$

$$\Rightarrow \quad G_c = |K| = \frac{|d'_{1c}|}{|d_{1c}|} = \frac{66,7}{25} \approx 2,67$$

* Xét ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{OC_c}{f} = \frac{68,7}{40} \approx 1,72$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.2. Một người cận thị có giới hạn nhìn rõ cách mắt từ 8cm đến 50cm. Người này dùng gương cầu lõm có tiêu cự f = 25cm để soi mặt. Hỏi phải đặt gương cách mắt bao nhiêu để người ấy thấy ảnh cùng chiều khi mắt không điều tiết.

A. 85,4cm B. 14,6cm C. 54,3cm D. 3,7cm

4.3. Mắt của một người có điểm cực viễn và điểm cực cận cách mắt lần lượt 50cm và 8,5cm. Để nhìn thấy vật đặt cách mắt 25cm không điều tiết phải ghép sát vào mắt thấu kính có độ tụ:

A. 4dp B. − 4dp C. 2dp D. − 2dp

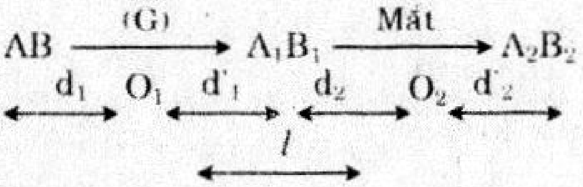
4.4. Một người cận thị về già chỉ nhìn rõ những vật nằm trong khoảng cách mắt từ 0,4m đến 1m. Để nhìn rõ vật gần nhất cách mắt 25cm, người ấy phải đeo kính có độ tụ bao nhiêu?

A. − 1,5dp B. 0,67dp C. 1,5dp D. 66,7dp

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.2. Chọn đáp án: B. 14,6cm

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:



Không điều tiết: $A_1 \equiv C_V$

$\Rightarrow d_{2V} = 50$ cm

$\Rightarrow \quad d'_{1V} = l - d_{2V} = d_{1V} - d_{2V} = d_{1V} - 50 = x - 50$ (với $x = d_{1V}$)

Công thức thấu kính: $f(d_{1V} + d'_{1V}) = d_{1V}.\,d'_{1V}$

$\Rightarrow \quad 25(x + x - 50) = x(x - 50) \Rightarrow x^2 - 100x + 1250 = 0$

$\Rightarrow x = d_{1V} = 14{,}6$ cm(nhận); $d_{1V} = 85{,}4$cm > 50cm (loại)

4.3. Chọn đáp án: C. 2dp

Mắt không điều tiết $A' \equiv C_v \Rightarrow d' = -50$cm (ảnh ảo)

Tiêu cự: $f = \dfrac{dd'}{d + d'} = \dfrac{25.(-50)}{25 - 50} = 50\text{cm} = 0{,}5\text{m}$

Tụ số: $D = \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{0{,}5} = 2\text{dp}$

4.4. Chọn đáp án: C. 1,5dp

$d_1 = 25$cm, $d_{2v} = 40$cm $\Rightarrow d'_1 = -d_{2v} = -40$ cm

$$f = \frac{d'_1 d_1}{d_1 + d'_1} = \frac{25(-40)}{25 - 40} = 66{,}7\text{cm}$$

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}667} = 1.5\text{dp}.$$

Bài 5. KÍNH LÚP

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa

* Kính lúp là một dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt trong việc quan sát các vật nhỏ ở gần mắt. Nó có tác dụng làm tăng góc trông ảnh bằng cách tạo ra một ảnh ảo lớn hơn vật và nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

* Kính lúp giản đơn nhất là một thấu kính hội tụ có tiêu cự nhỏ vài cm.

2. Ngắm chừng

a) Định nghĩa: Ngắm chừng là quá trình điều chỉnh khoảng cách từ vật đến kính lúp để đưa ảnh ảo tạo bởi kính lúp vào trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

b) Ngắm chừng ở vô cực: là điều chỉnh để ảnh của vật nằm ở điểm cực viễn C_V của mắt. Chú ý: Đối với mắt bình thường thì ngắm chừng ở vô cực.

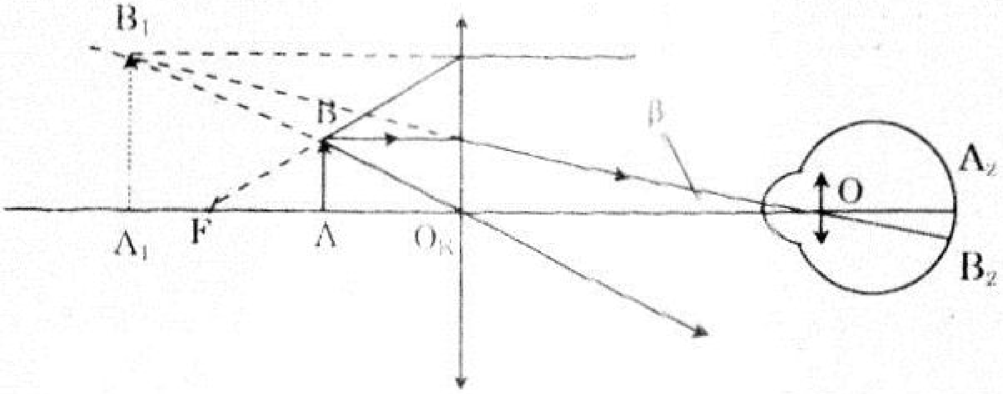
c) Ngắm chừng ở điểm cực cận: là điều chỉnh để ảnh của vật hiện lên ở điểm cực cận của mắt.

3. Số bội giác của kính lúp

a) Định nghĩa: Số bội giác của kính lúp là tỉ số giữa góc trông ảnh của một vật qua dụng cụ đó (α) với góc trông trực tiếp vật đó khi vật đặt ở điểm cực cận của mắt (α_0).

$$G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0}$$

b) Số bội giác của kính lúp:



Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp

$$AB \xrightarrow[d_1 \quad O_K \quad d'_1]{\text{Kính lúp}} A_1B_1 \xrightarrow[d_2 \quad O \quad d'_2]{\text{Mắt}} A_2B_2$$

$$l$$

$$G = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$$

* Góc trông ảnh qua kính: $\beta = \tan\beta = \dfrac{A_1B_1}{OA}$

* Góc trông vật AB khi ở cực cận: $\alpha = \tan\alpha = \dfrac{AB}{OC_c}$

$$G = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{OC_c}{OA_1}$$

- Mắt cách kính một khoảng l: $G = |k| . \dfrac{OC_c}{d_2}$
- Ngắm chừng ở điểm cực cận: $G_C = |k_C|$
- Ngắm chừng ở vô cực: $G_\infty = \dfrac{OC_c}{f}$
- Số bội giác thương mại: $X = G_\infty = \dfrac{25\ (cm)}{f\ (cm)}$
- Ngắm chừng ở cực viễn: $G_V = \dfrac{OC_C}{OC_V}$
- Số bội giác của kính lúp phụ thuộc vào mắt người quan sát và sự ngắm chừng. Khi ngắm chừng ở vô cực số bội giác không phụ thuộc vị trí đặt mắt.

II. BÀI TẬP MẪU

5.1. Một người cận thị khi đeo kính có độ tụ D = – 2dp sẽ có giới hạn nhìn rõ từ 12,5cm tới vô cùng, kính đeo sát mắt.

1. Hỏi khi không đeo kính, người đó chỉ có thể nhìn thấy vật đặt trong khoảng nào?
2. Người này bỏ kính và quan sát vật nhờ một kính lúp trên vành ghi X 6,25. Kính lúp đặt cách mắt 2cm.

   a) Hỏi vật phải đặt trong khoảng nào trước kính lúp.

   b) Tính số bội giác của kính lúp khi vật đặt trước kính và cách kính 3,5cm.

Giải

Sơ đồ tạo anh liên tiếp khi đeo kính:

$$AB \xrightarrow{\text{Kính lúp}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Mắt}} A_2B_2$$

$$\underset{\longleftrightarrow}{d_1}\ O_1\ \underset{\longleftrightarrow}{d'_1}\ \underset{\longleftrightarrow}{d_2}\ O_2\ \underset{\longleftrightarrow}{d'_2}$$

$$\underset{\longleftrightarrow}{l}$$

1. Giới hạn nhìn rõ của mắt khi không đeo kính.

Tiêu cự của thấu kính cận:

$$f_1 = \frac{1}{D} = \frac{1}{-2} = -0,5\text{ m} = -50\text{ cm}$$

- Xét ngắm chừng ở cực cận: $A_1 \equiv C_c$; $d_{2c} = OC_c$

$$d_{1C} = 12,5\text{cm} \Rightarrow d'_{1C} = \frac{d_{1C}.f_1}{d_{1C} - f_1} = \frac{12,5.(-50)}{12,5 + 50} = -10\text{cm}$$

$$\Rightarrow \qquad d_{2C} = l - d'_{1C} = 10\text{cm}$$

- Xét ngắm chừng ở cực viễn: $A_1 \equiv C_v$; $d_{2v} = OC_v$

$$d_{1V} \to \infty \Rightarrow d'_{1V} = f_1 = -50\text{cm}$$

$$\Rightarrow \qquad d_{2v} = l - d'_{1v} = 50\text{cm}$$

Vậy khi không đeo kính, người đó chỉ có thể nhìn thấy vật đặt cách mắt từ 10cm đến 50cm.

2. a) Xác định vị trí đặt vật d_1:

$$f_2 = \frac{25}{G_,} = \frac{25}{X} = \frac{25}{6,25} = 4\text{cm}$$

Khi ngắm chừng ở cực cận: $A_1 \equiv C_c$; $d_{2c} = 10\text{cm}$

$$\Rightarrow \qquad d'_{1C} = l - d_{2c} \Rightarrow d'_{1C} = 2 - 10 = -8\text{ cm}$$

$$\Rightarrow \qquad d_{1C} = \frac{d'_{1C}.f_2}{d'_{1C} - f_2} \Rightarrow d_{1c} = \frac{-8(4)}{8 - 4} = 2,67\text{ cm}$$

Khi ngắm chừng ở cực viễn: $A_1 \equiv C_v$; $d_{2v} = 50\text{cm}$

$$\Rightarrow \qquad d'_{1V} = l - d_{2v} = 2 - 50 = 48\text{ cm}$$

$$d_{1V} = \frac{d'_{1V}.f_2}{d'_{1V} - f_2} \Rightarrow d_{1v} = \frac{-48.4}{-48 - 4} = 3,69\text{ cm}$$

Vậy vật phải đặt trước kính lúp từ 2,67cm đến 3,69cm

b) Tính G:

$$d'_1 = \frac{d_1.f_2}{d_1 - f_2} \Rightarrow d'_1 = \frac{3.5(4)}{3,5 - 4} = -28\text{ cm}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 2 - (-28) = 30\text{cm}$$

Số bội giác: $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{A_1B_1}{OA_1} . \frac{OC_C}{AB} = |K| \frac{OC_C}{OA_1}$

$$\Rightarrow \quad G = \left| -\frac{d'_1}{d_1} \right| \left(\frac{OC_C}{d_2} \right) = \frac{28}{3,5} . \frac{10}{30} = 2,67$$

5.2. Một người có phạm vi thấy rõ cách mắt từ 14,2cm đến 52cm, dùng một kính lúp có độ tụ D để quan sát một vật. Khoảng ngắm chừng của kính lúp 2cm. Mắt đặt cách kính 7cm. Tính độ tụ D của kính lúp.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow{\text{Kính lúp}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Mắt}} A_2B_2$$

$$\overset{d_1}{\longleftrightarrow} O_K \overset{d'_1}{\longleftrightarrow} \; \overset{d_2}{\longleftrightarrow} O_K \overset{d'_2}{\longleftrightarrow}$$

$$\overset{l}{\longleftrightarrow}$$

Ta có: $14,2cm \le d_2 < 52cm$

– Ngắm chừng ở điểm cực cận C_c: $d_{2c} = 14,2cm$

$\Rightarrow \quad d'_{1c} = l - d_{2c} = 7 - 14,2 = -7,2cm (l = 7cm)$

– Ngắm chừng ở điểm cực viễn C_v: $d_{2v} = 52cm$

$\Rightarrow \quad d'_{1v} = l - d_{2v} = 7 - 52cm = -45 \text{ cm}$

– Khoảng ngắm chừng: $d_{1v} - d_{1c} = 2$

$$\Rightarrow \quad \frac{d'_{1V}.f}{d'_{1V} - f} - \frac{d'_{1C}.f}{d'_{1C} - f} = 2$$

$$\Rightarrow \quad \frac{-45f}{-45 - f} - \frac{-7,2.f}{-7,2 - f} = 2$$

$$\Rightarrow \quad 35,8f^2 - 104,4f - 648 = 0$$

Giải phương trình ta được:

$f_1 = 5,96 \text{ cm}; f_2 = -3,04 \text{ cm}$ (loại)

$$D = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{5,96.10^{-2}} = 16,7dp.$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.3. Một người có mắt bình thường, có điểm cực cận cách mắt 25cm, dùng một kính lúp có tiêu cự f = 8cm để quan sát vật nhỏ. Thì số bội giác của kính lúp trong trường hợp mắt không điều tiết:

A. 2,5 B. $\frac{25}{8}$ C. $\frac{15}{8}$ D. 12,5

5.4. Một người có mắt bình thường, có điểm cực cận cách mắt 25cm, dùng một kính lúp có tiêu cự f = 8cm để quan sát vật nhỏ. Mắt đặt cách kính lúp 8cm. Số bội giác của kính lúp trong trường hợp mắt điều tiết tối đa:

A. 1,875 B. 2,5 C. 3 D. 3,125

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

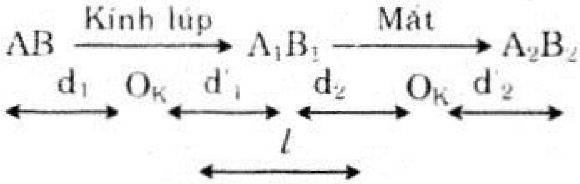
5.3. Chọn đáp án: B. $\frac{25}{8}$

Số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{OC_c}{f} = \frac{25}{8}$$

5.4. Chọn đáp án: D. 3,125

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:



Xét mắt điều tiết tối đa: $A_1 \equiv C_C$

Ta có: $d_{2c} = 25cm = OA_1 = Đ$

$$\Rightarrow \quad d'_{1c} = l - 20 = 8 - 25 = -17cm$$

$$\Rightarrow \quad d_{1c} = \frac{d'_{1c}f}{d'_{1c} - f} = \frac{-17.8}{-17-8} = 5,44cm$$

Số bội giác khi ngắm chừng ở cực cận:

$$G_c = k_c = \frac{-d'_{1c}}{d_{1c}} = \frac{17}{5,44} = 3,125.$$

Bài 6. KÍNH HIỂN VI

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa: Kính hiển vi là một hệ thống gồm hai thấu kính hội tụ đặt đồng trục có tác dụng bổ trợ cho mắt làm tăng góc trông ảnh của những vật rất nhỏ.

2. Cấu tạo và cách ngắm chừng

a) Cấu tạo:

* Vật kính L_1: là thấu kính hội tụ, có tiêu cự rất ngắn, tạo ảnh thật rất lớn của vật cần quan sát.

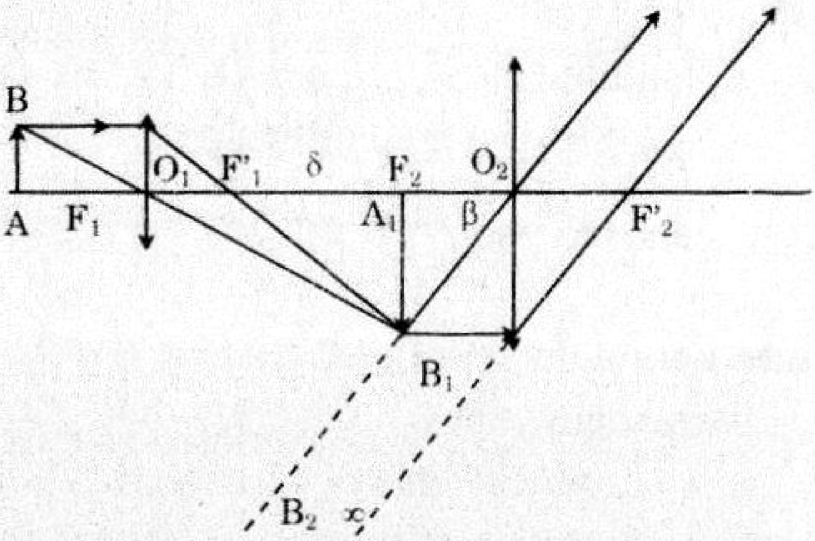
* Thị kính L_2: là một thấu kính hội tụ, có tiêu cự ngắn, dùng như kính lúp để quan sát ảnh thật nói trên.

* Khoảng cách giữa vật kính và thị kính không thay đổi.

b) Ngắm chừng

Điều chỉnh khoảng cách từ vật kính đến kính hiển vi để ảnh cuối cùng nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

3. Độ bội giác của kính hiển vi



$$\tan\alpha = \frac{A_2B_2}{OA_2} = \frac{A_2B_2}{O_2A_2} = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{f_2} \qquad \tan\alpha_o = \frac{AB}{D_{min}}$$

$$G_\infty = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_o} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{D_{min}}{f_2} = |K_1|G_{2\infty}$$

Xét ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = |k_1|G_{2\infty} = \frac{\delta.OC_C}{f_1f_2}$$

- k_1: số phóng đại của ảnh A_1B_1 qua vật kính.
- G_2: số bội giác của thị kính.
- $\delta = F_1F'_2 = l - f_1 - f_2$: độ dài quang học của kính hiển vi.
- f_1, f_2: tiêu cự của vật kính và thị kính.

Số bội giác của kính hiển vi lớn hơn rất nhiều so với số bội giác của kính lúp.

II. BÀI TẬP MẪU

6.1. Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự $f_1 = 0,5cm$; thị kính có tiêu cự $f_2 = 2cm$. Độ dài quang học của kính là 17,5cm. Người quan sát mắt không bị tật và có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là 20cm.

a) Hỏi vật phải đặt trong khoảng nào trước vật kính, để người ấy có thể nhìn thấy ảnh của vật qua kính

b) Tính độ bội giác của ảnh trong các trường hợp người quan sát ngắm chừng ở vô cực và ngắm chừng ở điểm cực cận.

c) Năng suất phân ly của mắt người quan sát là $1' \approx \frac{1}{3500}$ rad.

Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên vật mà người ấy còn phân biệt được hai ảnh của chúng qua kính, khi ngắm chừng ở vô cực.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow[\overleftrightarrow{d_1} \; O_1 \; \overleftrightarrow{d'_1}]{VK} A_1B_1 \xrightarrow[\overleftrightarrow{d_2} \; O_2 \; \overleftrightarrow{d'_2}]{TK} A_2B_2 \xrightarrow[\overleftrightarrow{d_3} \; O_3 \; \overleftrightarrow{d'_3}]{M} A_3B_3$$

$$\overset{l}{\longleftrightarrow}$$

a) Xác định phạm vi đặt vật:

$$l = \delta + f_1 + f_2$$

$$\Rightarrow \quad l = 17,5 + 0,5 + 2 = 20 \text{ cm}$$

- Ngắm chừng ở vô cực: $A_2 \equiv C_V \to \infty; d'_2 = -\infty$

$$\Rightarrow \quad d_2 = f_2 = 2cm$$

$$\Rightarrow \quad d'_{1v} = l - d_2 = 20 - 2 = 18cm$$

$$\Rightarrow \quad d_{1v} = d_{1V} = \frac{d'_{1V} f_1}{d'_{1V} - f_1} = \frac{18.0,5}{18-0,5} = 0,51428cm$$

- Khi ngắm chừng ở cực cận: $A_2 \equiv C_C$

$$d_{3C} = OC_C = 20 \text{ cm}$$

$$d'_{2C} = -d_{3C} = -20cm$$

$$\Rightarrow \quad d_{2C} = \frac{d'_{2C} f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-20.2}{-20-2} = 1,818cm$$

$$\Rightarrow \quad d'_{1C} = l - d_{2C} = 20 - 1,818 = 18,18cm$$

$$\Rightarrow \quad d_{1C} = \frac{d'_{1C} f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{18,18.0,5}{18,18-0,5} = 0,51419cm$$

Vậy vật đặt cách vật kính từ 0,51419cm đến 0,51428cm

b) ◆ Độ bội giác khi ngắm chừng ở cực cận:

$$G_C = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{A_2B_2}{OC_c}.\frac{OC_C}{AB} = \frac{A_2B_2}{AB}$$

$$\Rightarrow \quad G_c = K = |K_1.K_2| = \left|\frac{d'_{1C}}{d_{1C}}.\frac{d'_{2C}}{d_{2C}}\right|$$

$$\Rightarrow \quad G_C = K = \left|\frac{18,18}{0,51419}.\frac{-20}{1,818}\right| \approx 389$$

◆ Độ bội giác ở vô cực: $G_\infty = \frac{\delta.D}{f_1.f_2} = \frac{17,5.20}{0,5.2} = 350$

Tính khoảng cách giữa hai điểm A, B theo đề bài:

$$\Rightarrow \quad \tan\alpha = \frac{A_1B_1}{f_2} \Rightarrow A_1B_1 = f_1.\alpha = 2.\frac{1}{3500}\ \text{cm}$$

Mặt khác: $\frac{A_1B_1}{AB} = \left|\frac{d'_{1V}}{d_{1V}}\right|$

$$\Rightarrow \quad AB = A_1B_1.\left|\frac{d_{1V}}{d'_{1V}}\right| = \frac{2.0,51428}{3500.18} = 1,63.10^{-5}\ \text{cm}$$

6.2. Vật kính và thị kính của một kính hiển vi được coi như hai thấu kính mỏng, cùng trục chính, đặt cách nhau một khoảng l = 15,5cm. Một người quan sát một vật nhỏ đặt trước vật kính O_1 một khoảng d_1 = 0,52cm và thu được độ phóng đại góc G = 250.

a) Biết rằng người này đã điều chỉnh kính cho ảnh cuối cùng ở xa vô cùng và có khoảng thấy rõ ngắn nhất là D = 25cm, hãy tính tiêu cự của vật kính và thị kính.

b) Để ảnh cuối cùng của vật ở điểm cực cận người đó phải dịch chuyển vật bao nhiêu, theo chiều nào? Độ phóng đại góc khi đó là bao nhiêu?

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow{VK} A_1B_1 \xrightarrow{TK} A_2B_2 \xrightarrow{M} A_3B_3$$

$$\overset{d_1}{\longleftrightarrow}\ O_1\ \overset{d'_1}{\longleftrightarrow}\ \overset{d_2}{\longleftrightarrow}\ O_2\ \overset{d'_2}{\longleftrightarrow}\ \overset{d_3}{\longleftrightarrow}\ O_3\ \overset{d'_3}{\longleftrightarrow}$$

$$\overset{l}{\longleftrightarrow}$$

Nhìn vật, mắt không điều tiết: $d'_2 \to \infty \Rightarrow d_2 = f_2$

$$d'_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{0,52.f_1}{0,52 - f_1}$$

$$\Rightarrow \quad l = d'_1 + d_2 \Rightarrow \frac{0,52.f_1}{0,52 - f_1} + f_2 = 15,5$$

$$\Rightarrow \quad -f_1f_2 + 16,02f_1 + 0,52f_2 = 8,06 \qquad (1)$$

Độ dài quang học kính hiển vi:

$$\delta = l - f_1 - f_2 = 15,5 - f_1 - f_2$$

Độ bội giác khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{\delta.D}{f_1f_2} = 250 = \frac{(15,5 - f_1 - f_2).25}{f_1f_2}$$

$$\Rightarrow \quad 10f_1f_2 + f_1 + f_2 = 15,5 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra: $161,2f_1 + 6,2f_2 = 96,1$ (3)

Từ (1) và (3), suy ra:

$$26f_1^2 - 13f_1 = 0 \Rightarrow f_1 = 0,5\text{cm}; \text{ loại nghiệm } f_1 = 0$$

$$\Rightarrow \quad f_2 = 2,5\text{cm}$$

Khi điều tiết tối đa: $A_2 \equiv C_C$

$d_{3C} = 25\text{cm}$

$$\Rightarrow \quad d'_{2C} = -d_{3C} = -25\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_{2C} = \frac{d'_{2C}.f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-25.2,5}{-25 - 2,5} = 2,27\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d'_{1C} = l - d_{2C} = 15,5 - 2,27 = 13,23\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_{1C} = \frac{d'_{1C}.f_1}{d'_{1C} - f_1} = \frac{13,23.0,5}{13,23 - 0,5} = 0,5196\text{cm}$$

Người đó phải dịch chuyển vật $0,52 - 0,5196 = 4.10^{-4}$cm theo chiều đến gần vật kính.

Độ bội giác khi ngắm chừng ở cực cận:

$$G_c = |K_c| = \left|\frac{d'_{1C}}{d_{1C}}.\frac{d'_{2C}}{d_{2C}}\right| = \frac{13,23.25}{0,5196.2,27} = 280$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.3. Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự $f_1 = 4$mm, thị kính có tiêu cự $f_2 = 2,5$cm. Một người mắt bình thường điều chỉnh kính để nhìn ảnh của một vật nhỏ AB mà không cần điều tiết. Độ bội giác thu được là 400. Biết khoảng thấy rõ ngắn nhất của mắt người đó là $OC_c = 20cm$. Khi đó khoảng cách giữa vật kính và thị kính là:

A. 22,9cm B. 18,9cm C. 16cm D. 20cm

6.4. Một kính hiển vi, vật kính có tiêu cự $f_1 = 0,8cm$. Thị kính có tiêu cự $f_2 = 2cm$. Độ dài quang học của kính là 13,2cm. Kính này đã được điều chỉnh để một người có mắt bình thường quan sát vật qua kính mà không cần phải điều tiết. Cho $OC_C = 20cm$. Vật là một sợi tóc có đường kính 0,05mm. Tìm góc nhìn ảnh.

A. 0,516rad B. 0,0516rad C. 0,04125rad D. 0,4125rad

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.3. Chọn đáp án: A. 22,9cm

Độ bội giác khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{\delta.OC_c}{f_1f_2} = \frac{\delta.20}{0,4.2,5} = 400 \Rightarrow \delta = 20cm$$

Độ dài quang học kính hiển vi:

$$\delta = l - f_1 - f_2 \Rightarrow l - 0,4 - 2,5 = 20 \Rightarrow l = 22,9cm$$

6.4. Chọn đáp án: C. 0,04125rad

Độ bội giác khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{\delta.D}{f_1f_2} = \frac{13,2.20}{0,8.2} = 165$$

Mà: $G_\infty = \dfrac{\tan\beta}{\tan\alpha}$; Với: $\tan\alpha = \dfrac{AB}{OC_c}$

$$\Rightarrow \quad \tan\beta \approx G_\infty.\frac{AB}{OC_c} = 165.\frac{0,005}{20} \approx 0,04125 \text{ rad.}$$

Bài 7. KÍNH THIÊN VĂN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. **Định nghĩa:** Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt làm tăng góc trông ảnh của những vật ở rất xa.

2. Cấu tạo và cách ngắm chừng

a) Cấu tạo kính thiên văn khúc xạ

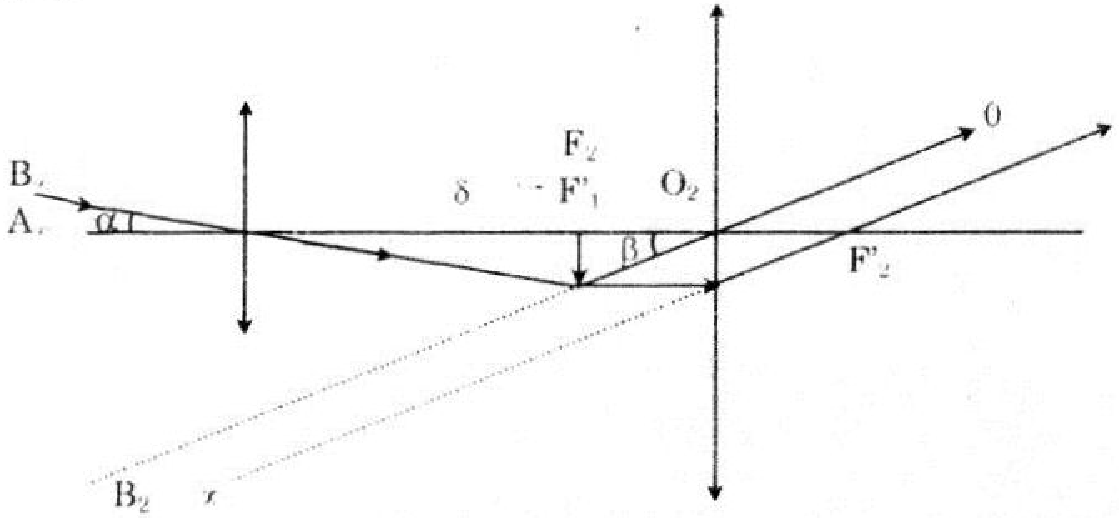
* Vật kính: là một thấu kính hội tụ, có tiêu cự f_1 lớn.

* Thị kính: là một thấu kính hội tụ, có tiêu cự f_2 nhỏ.

* Hai thấu kính ghép đồng trục. Khoảng cách giữa vật kính và thị kính thay đổi được.

b) *Ngắm chừng:* Thay đổi khoảng cách O_1O_2 để ảnh nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

3. Độ bội giác



Khi ngắm chừng ở vô cực, tiêu điểm ảnh của vật kính trùng với tiêu điểm vật của thị kính.

$$G = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0}$$

với $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f_2}$; $\tan\alpha_0 = \dfrac{A_1B_1}{f_1}$ suy ra: $G_\infty = \dfrac{f_1}{f_2}$

II. BÀI TẬP MẪU

7.1. Vật kính của một kính thiên văn là một thấu kính hội tụ có tiêu cự dài; thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn.

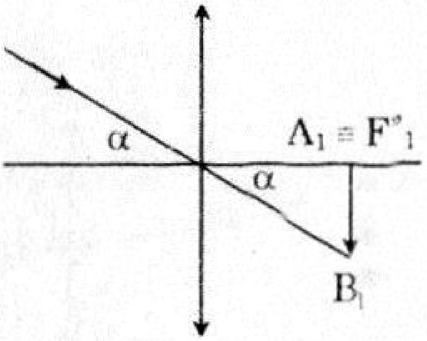
a) Một người có mắt không có tật, dùng kính thiên văn này để quan sát Mặt trăng. Người ấy điều chỉnh kính để khi quan sát mắt không phải điều tiết. Khi đó khoảng cách giữa vật kính và thị kính là 104cm và ảnh có độ bội giác là 25. Tính tiêu cự của vật kính và thị kính.

b) Góc trông Mặt Trăng từ Trái Đất là 33' ($1' \approx \dfrac{1}{3500}$ rad). Tính đường kính của Mặt Trăng cho bởi vật kính và góc trông ảnh Mặt Trăng qua thị kính.

c) Một người cận thị có điểm cực viễn cách mắt 40cm. Không đeo kính cận và quan sát ảnh Mặt Trăng qua kính thiên văn nói trên. Người ấy phải dịch chuyển thị kính đi như thế nào để khi quan sát mắt không phải điều tiết? Tính độ bội giác của ảnh lúc đó.

Giải

a) Để mắt quan sát Mặt Trăng không điều tiết ta phải điều chỉnh sao cho tiêu điểm ảnh của vật kính trùng với tiêu điểm vật của thị kính, tức:



$$l = f_1 + f_2$$

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} f_1 + f_2 = 104 \\ G_\infty = \dfrac{f_1}{f_2} = 25 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} f_2 = 4\text{cm} \\ f_1 = 100\text{cm} \end{cases}$$

Vậy tiêu cự của vật kính là 100cm, thị kính là 4cm.

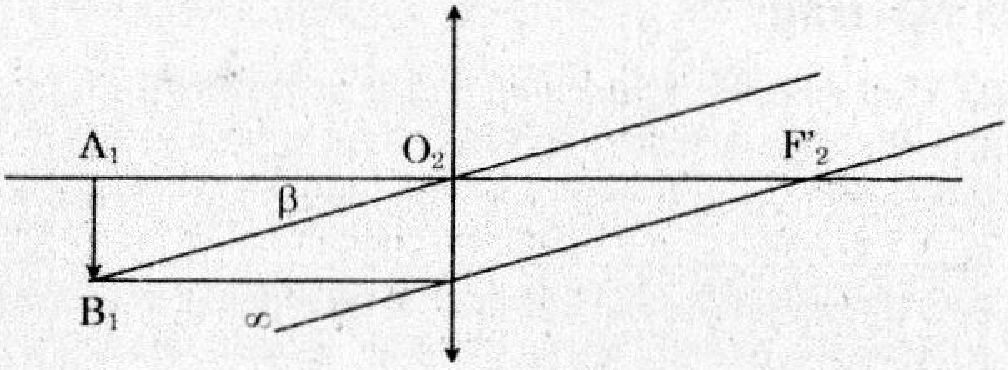
b) Tính đường kính Mặt Trăng A_1B_1 và góc trông ảnh Mặt Trăng β qua thị kính:

$$A_1B_1 = f_1.\tan\alpha \approx f_1.\alpha$$

$$\Rightarrow \quad A_1B_1 = 100.\frac{33}{3500} = 0,94\text{cm}$$

$$\beta \approx \tan\alpha = \frac{A_1B_1}{f_o} = \frac{0,94}{4} = 0,235\,\text{rad} = 13,5^\circ$$

c) Để quan sát Mặt Trăng mà mắt không phải điều tiết thì ảnh A_1B_1 qua (L$_2$) phải ở điểm cực viễn của mắt. Nên $d'_2 = -40$cm



$$\Rightarrow \quad d_{2V} = \frac{d'_{2C}.f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{-40.4}{-40-4} \approx 3,64\text{cm}$$

Ta có:

$$d'_1 = f_1 = 100\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad l_1 = d'_1 + d_2 = 103,64\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad l - l_1 = 104 - 103,64 = 0,36\text{cm}$$

Vậy phải dịch chuyển thị kính lại gần vật kính 0,36cm.

$$\tan\beta = \frac{A_2B_2}{O_2A_2} = \frac{A_2B_2}{|d'_2|}$$

$$\tan\alpha = \frac{A_1B_1}{f_1}$$

Độ bội giác:

$$G = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} = \frac{A_2B_2}{A_1B_1}\cdot\frac{f_1}{|d'_{2V}|} = \frac{f}{d_{2V}} = \frac{100}{3,64} \approx 27,5$$

7.2. Một kính thiên văn có tiêu cự thị kính là $f_2 = 2,0cm$ và tiêu cự vật kính là $f_1 = 60cm$.

a) Hai thấu kính phải cách nhau bao nhiêu khi ngắm chừng ở vô cực một thiên thể.

b) Tính số bội giác của kính.

c) Thiên thể cần quan sát là Mặt Trời có đường kính biểu kiến là 32'. Tính đường kính của Mặt Trời qua vật kính.

d) Tính đường kính biểu kiến của ảnh Mặt Trời.

e) Để chụp ảnh Mặt Trời, người ta đặt phim ảnh sau thị kính 5cm. Phải di chuyển hệ phim và thị kính theo chiều nào và một đoạn bao nhiêu để nhận được ảnh rõ trên phim?

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow[d_1 \quad O_1 \quad d'_1]{VK} A_1B_1 \xrightarrow[d_2 \quad O_2 \quad d'_2]{TK} A_2B_2 \xrightarrow[d_3 \quad O_3 \quad d'_3]{M} A_3B_3$$

$$\overleftrightarrow{\quad l \quad}$$

$$d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 = 60cm$$

a) Để ngắm chừng ở vô cực mắt không điều tiết thì:

$$d'_2 = -\infty;\ d_2 = f_2 = 2cm$$

$$\Rightarrow \quad l = d'_1 + d_2 = f_1 + f_2 = 60 + 2 = 62cm$$

Vậy hai thấu kính phải cách một khoảng $l = 62cm$

b) Số bội giác của kính: $G_\infty = \dfrac{f_1}{f_2} = \dfrac{60}{2} = 30$

c) Đường kính biểu kiến tức là tia sáng đi qua tâm (O_1) hợp với trục chính của kính thiên văn 1 góc bằng 32'

$$\alpha \approx \tan\alpha = \frac{A_1B_1}{A_1O_1}$$

$$\Rightarrow \quad A_1B_1 = \alpha.O_1A_1 = \frac{32}{3500}.60 \approx 0,549\text{cm}$$

d) Góc trông ảnh:

$$\beta = \tan\beta = \frac{A_1B_1}{A_1O_2} = \frac{0,549}{2} = 0,274\text{rad} = 15,7^\circ$$

e) Ta gọi l' là khoảng cách giữa vật kính và thị kính khi dịch chuyển:

$$\Rightarrow \quad d_2 = l' - d'_1 = l' - 60$$

Để nhận được ảnh Mặt Trăng trên màn thì: $d'_2 = 5$cm

Mặt khác:

$$d'_2 = \frac{d'_{2C}f_2}{d'_{2C} - f_2} = \frac{(l' - 60).2}{l' - 62} = 5$$

$$\Rightarrow \quad 2l' - 120 = 5l' - 310$$

$$\Rightarrow \quad 3l' = 190 \text{ cm} \Rightarrow l' = 63,3\text{cm}$$

Vậy ta chuyển hệ phim và thị kính ra xa vật kính một đoạn là 26,25cm tức chuyển xa vị trí ban đầu là:

$$63,3 - 62 = 1,3\text{cm}.$$

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.3. Ở một đài thiên văn có một kính thiên văn lớn, tiêu cự của vật kính bằng 19m và của thị kính bằng 1,0m. Người ta dùng kính đó quan sát Mặt Trăng và điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực. Ảnh của Mặt Trăng tạo bởi vật kính có đường kính bằng bao nhiêu? Biết đường kính của Mặt Trăng là $3,5.10^6$m và bán kính quỹ đạo của Mặt Trăng quay xung quanh Trái Đất là $3,8.10^8$m.

A. 10cm B. 17,5cm C. 12,5cm D. 15cm

7.4. Một kính thiên văn gồm vật kính tiêu cự f_1 và thị kính tiêu cự 5cm. (cả hai đều là thấu kính hội tụ). Khi điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực thì kính mắt cách vật kính 85cm. Hãy cho biết cặp nào sau đây về vị trí của ảnh và độ lớn tiêu cự f_1 là đúng:

A. Cách mắt 90cm; 80cm B. Ở điểm cực cận của mắt; 80cm

C. Ở vô cực; 90cm D. Ở vô cực; 80cm

IV. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.3. Chọn đáp án: B. 17,5cm

$$\tan\alpha = \frac{AB}{2d} = \frac{A'B'}{2f_1} \Rightarrow \frac{3,5.10^6}{3,8.10^8} = \frac{A'B'}{19}$$

$\Rightarrow \quad A'B' = 0,175m = 17,5cm$

7.4. Chọn đáp án: D. Ở vô cực; 80cm

Khi điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực thì ảnh hiện ra ở vô cực:

$$f_1 + f_2 = 85cm \Rightarrow f_1 + 5 = 85cm$$

$$\Rightarrow \quad f_1 = 80cm.$$

Bài 8. BÀI TẬP VỀ DỤNG CỤ QUANG HỌC

8.1. 1. Đặt vật phẳng nhỏ AB vuông góc với trục chính trước một thấu kính mỏng O_1 và cách thấu kính 16cm ta thấy có một ảnh cùng chiều với vật, cách thấu kính 8cm. Tính tiêu cự f_1 của thấu kính O_1?

2. Giữ nguyên vị trí của O_1 và AB. Sau O_1 và cách O_1 50cm đặt một màn ảnh vuông góc với trục chính của O_1. Trong khoảng giữa O_1 và màn ảnh đặt một thấu kính O_2 có tiêu cự f_2 = 16cm đồng trục với O_1.

a) Xác định khoảng cách O_1O_2 để ảnh của vật AB hiện rõ trên màn ảnh? Tính hệ số phóng đại của ảnh qua hệ.

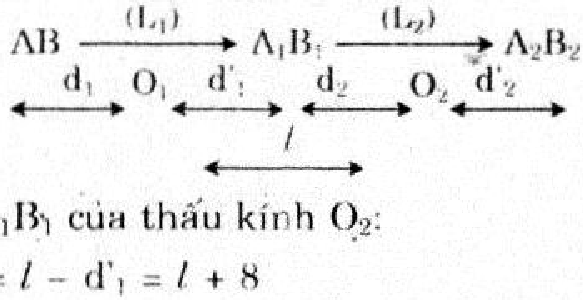
b) Di chuyển thấu kính O_2, và di chuyển màn ảnh dọc theo trục chính cho tới khi trên màn có ảnh rõ nét của AB và ảnh đó có kích thước bằng một nửa AB. Xác định vị trí của thấu kính O_2 và màn ảnh khi đó.

Giải

1. Vật thật d_1 = 16cm, ảnh cùng chiều với vật là ảnh ảo $d_1' = -8cm$

Tiêu cự thấu kính: $f_1 = \frac{d_1d'_1}{d_1 + d'_1} = \frac{16(-8)}{16-8} = -16cm$

2.a) Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:



Vị trí vật A_1B_1 của thấu kính O_2:

$$d_2 = l - d'_1 = l + 8$$

Vị trí ảnh A_2B_2 của vật A_1B_1 qua thấu kính O_2:

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(l+8).16}{l+8-16} = \frac{(l+8).16}{l-8}$$

Mặt khác: $d'_2 = 56 - l \Rightarrow (l - 8)(56 - l) = (l + 8)16$

$\Rightarrow \quad l^2 - 48l + 576 = 0$

$\Rightarrow \quad l = 24cm$

$\Rightarrow \quad d'_2 = 32cm;\ d_2 = 32cm$

$$K = K_1.K_2 = \frac{d'_1}{d_1}.\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{8.32}{16.32} = -0,5$$

b) $d_2 = l - d'_1 = l + 8$

$$K = \frac{A_2B_2}{AB} = K_1.K_2 = (-\frac{d'_1}{d_1}).\frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

$$K = (\frac{8}{16}).\frac{16}{l - 8} = \pm 2$$

- Xét $K = 2; \Rightarrow l = 4cm \Rightarrow d_2 = 4 + 8 = 12cm$

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(12).(16)}{12 - 16} = -48cm \text{ (loại)}$$

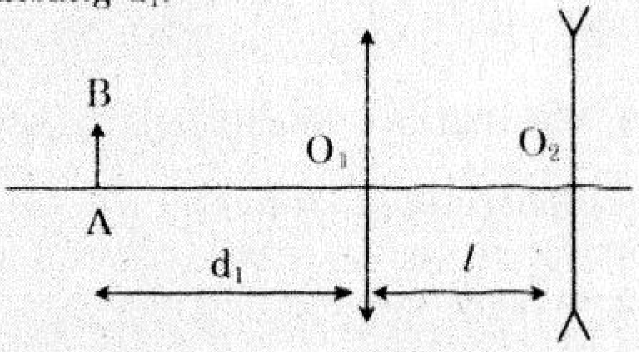
- Xét $K = -2; \Rightarrow l = 12cm \Rightarrow d_2 = 12 + 8 = 20cm$

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(20).(16)}{20 - 16} = 80cm.$$

8.2. Cho quang hệ đồng trục gồm thấu kính hội tụ O_1 có tiêu cự f_1 = 10cm và thấu kính phân kỳ O_2 có tiêu cự $f_2 = -15cm$, đặt cách nhau một khoảng l = 40cm. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, trước O_1 và cách O_1 một khoảng d_1.

a) Xác định tính chất, vị trí và độ phóng đại của ảnh của AB cho bởi quang hệ khi d_1 = 15cm.

b) Xác định d_1 để ảnh của AB cho bởi quang hệ là ảnh thật và lớn gấp 2 lần vật.



Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow[d_1\ \ O_1\ \ d'_1]{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2\ \ O_2\ \ d'_2]{(L_2)} A_2B_2$$

$$\longleftarrow l \longrightarrow$$

Vị trí ảnh A_1B_1 của vật AB qua thấu kính O_1:

$$d'_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{15.(10)}{15 - 10} = 30cm$$

Vị trí vật A_1B_1 của thấu kính O_2:

$$d_2 = l - d'_1 = 40 - 30 = 10cm$$

Vị trí ảnh A_2B_2 của vật A_1B_1 qua thấu kính O_2:

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{10(-15)}{10 + 15} = -6cm$$

Số phóng đại:

$$K = \frac{A_2B_2}{AB} = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \cdot \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2}$$

$$\Rightarrow \quad K = \frac{30}{15} \cdot \frac{-6}{10} = -1,2$$

Ảnh cuối cùng là ảnh ảo cách thấu kính thứ hai 6cm có số phóng đại là 1,2

b) Tính d_1:

$$d'_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{10d_1}{d_1 - 10}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 40 - \frac{10d_1}{d_1 - 10} = \frac{30d_1 - 400}{d_1 - 10}$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{-15(30d_1 - 400)}{(d_1 - 10)\left(\frac{30d_1 - 400}{(d_1 - 10)} + 15\right)} = \frac{-15(30d_1 - 400)}{(45d_1 - 550)}$$

$$K = K_1.K_2 = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{-150}{45d_1 - 550}$$

- Xét: $K = 2 \Rightarrow d_1 = 10,6$ cm $\Rightarrow d_2' \approx -10,7$cm (loại)
- Xét: $K = -2 \Rightarrow d_1 = 13,9$ cm $\Rightarrow d_2' \approx 3,3$cm nhận.

8.3. Hai thấu kính O_1, O_2 có tiêu cự lần lượt là f_1 và f_2, có cùng trục chính, đặt cách nhau một khoảng l = 2cm, vật phẳng nhỏ AB = 6cm đặt vuông góc với trục chính, A trên trục chính trước (O_1) cách d_1 = 8cm. Cho ảnh sau cùng A_2B_2 của vật tạo bởi hệ ở đúng vị trí vật, biết A_2B_2 = 5cm và cùng chiều với AB. Tính f_1, f_2.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$\begin{array}{ccccc} AB & \xrightarrow{(L_1)} & A_1B_1 & \xrightarrow{(L_2)} & A_2B_2 \\ \overleftrightarrow{\;d_1\;} & O_1 & \overleftrightarrow{\;d'_1\;}\;\overleftrightarrow{\;d_2\;} & O_2 & \overleftrightarrow{\;d'_2\;} \\ & & \overleftrightarrow{\quad l \quad} & & \end{array}$$

Vị trí ảnh A_1B_1 so với thấu kính O_1:

$$d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{8f_1}{8 - f_1}$$

Theo đầu bài A_2B_2 của vật tạo bởi hệ ở đúng vị trí vật:

$$\Rightarrow \quad d'_2 = -(d_1 + l) = -(8 + 2) = -10\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_2 = \frac{d'_2f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{10f_2}{10 + f_2}$$

Mà: $\quad d'_1 + d'_2 = l \Rightarrow \dfrac{8f_1}{8 - f_1} + \dfrac{10f_2}{10 + f_2} = 2$

$$\Rightarrow \quad 25f_1 + 16f_2 = 10 \qquad (1)$$

Mặt khác:

$$k = \frac{A_2B_2}{AB} = \frac{f_1f_2}{(d_1 - f_1)(d_2 - f_2)}$$

$$= \frac{f_1f_2}{(8 - f_1)\left(\dfrac{10f_2}{10 + f_2} - f_2\right)} = \frac{f_1(10 + f_2)}{f_2(8 - f_1)} = \frac{5}{6}$$

$$\Rightarrow \quad f_1f_2 + 50f_1 + 40f_2 - 80 = 0 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra:

$$0{,}64f_2^2 - 9{,}6f_2 = 0$$

$\Rightarrow f_2 = 15\text{cm} \Rightarrow f_1 = -8\text{cm}$ hoặc $f_2 = 0$ (loại)

Vậy: $f_1 = -8\text{cm}$; $f_2 = 15\text{cm}$.

8.4. Một thấu kính hội tụ và một gương cầu lõm được đặt sao cho trục chính trùng nhau và cách nhau một khoảng l = 42cm. Vật AB = 1cm đặt thẳng góc với trục chính và cách thấu kính 40cm. Cho tiêu cự của kính và gương là f_1 = 20cm và f_2 = 4cm. Xác định: vị trí tính chất và độ lớn của ảnh của vật tạo bởi hệ trong hai trường hợp: Vật nằm trong khoảng và vật nằm ngoài khoảng của hệ thấu kính – gương.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh liên tiếp:

$$AB \xrightarrow[d_1 \quad O_1 \quad d'_1]{VK} A_1B_1 \xrightarrow[d_2 \quad O_2 \quad d'_2]{TK} A_2B_2 \xrightarrow[d_3 \quad O_3 \quad d'_3]{M} A_3B_3$$

$$\overleftrightarrow{\quad l \quad}$$

◆ Xét vật AB nằm ngoài O_1O_2:

$$d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = \frac{40.20}{40 - 20} = 40 \text{ cm}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 2 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \frac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = \frac{2.4}{2 - 4} = -4 \text{ cm}$$

$$d_3 = l - d'_2 = 46 \text{ cm}$$

$$d'_3 = \frac{d_3f_3}{d_3 - f_3} = \frac{46.20}{46 - 20} = 35.4 \text{ cm}$$

$$K = K_1.K_2.K_3 = \frac{20}{13} \approx 1{,}54$$

$$A_3B_3 = |K|.AB = 1{,}54 \text{ cm}$$

◆ Xét $A \in O_1O_2$:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow{G_1} A'_1B'_1 \xrightarrow{TK} A'_2B'_2$$

Do: $d_1 = l - 40 = 2$ cm

$$\Rightarrow \quad d'_2 = 35{,}4 \text{ cm và } K = -\frac{20}{13}; \ A_3B_3 = 1{,}54 \text{ cm}$$

8.5. Một thấu kính hội tụ O và một gương phẳng G đặt vuông góc với trục chính của O, cách O một khoảng 24cm sao cho mặt phản xạ hướng về O. Một vật AB đặt vuông góc với trục chính của O, giữa O và G, cách G một đoạn 4cm. Vật AB cho hai ảnh thật, ảnh nọ lớn gấp hai lần ảnh kia. Xác định tiêu cự của thấu kính.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[d_1 \quad O \quad d'_1]{G} A'B'$$

$$\begin{array}{c} AB \xrightarrow{\quad G \quad} A_1B_1 \xrightarrow{\quad TK \quad} A_2B_2 \\ \overset{d_1}{\longleftrightarrow}\; O_K \;\overset{d'_1}{\longleftrightarrow}\;\overset{d_2}{\longleftrightarrow}\; O \;\overset{d'_2}{\longleftrightarrow} \\ \overset{l}{\longleftrightarrow} \end{array}$$

$$d = l - d_1 = 24 - 4 = 20 \text{ cm}$$

$$K = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = \frac{f}{f-d} = \frac{f}{f-20} \qquad (1)$$

Ảnh A'B' thật f < 20 cm

$$d_1 = 4 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -4\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_2 = l - d'_1 = 28 \text{ cm}$$

$$K_{hệ} = K_1.K_2 = 1.\frac{f}{f-d_2} = \frac{f}{f-28}$$

$$n = \frac{K}{K_{hệ}} = \frac{A'B'}{A_2B_2} = \frac{f-28}{f-20}$$

Do hai ảnh đều thật nên n = 2 ⇒ f = 12 cm

8.6. Một thấu kính hội tụ O và một gương phẳng G đặt vuông góc với trục chính của O, cách O một khoảng 24cm sao cho mặt phản xạ hướng về O. Một vật AB đặt vuông góc với trục chính của O, giữa O và G, cách G một đoạn 4cm. Vật AB cho hai ảnh thật, ảnh nọ lớn gấp ba lần ảnh kia. Xác định tiêu cự của thấu kính.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh qua thấu kính:

$$\begin{array}{c} AB \xrightarrow{\quad G \quad} A'B' \\ \overset{d_1}{\longleftrightarrow}\; O \;\overset{d'}{\longleftrightarrow} \end{array}$$

Sơ đồ tạo ảnh qua hệ gương và thấu kính:

$$\begin{array}{c} AB \xrightarrow{\quad G \quad} A_1B_1 \xrightarrow{\quad TK \quad} A_2B_2 \\ \overset{d_1}{\longleftrightarrow}\; O_K \;\overset{d'_1}{\longleftrightarrow}\;\overset{d_2}{\longleftrightarrow}\; O \;\overset{d'_2}{\longleftrightarrow} \\ \overset{l}{\longleftrightarrow} \end{array}$$

$$d = l - d_1 = 24 - 4 = 20 \text{ cm}$$

$$K = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = \frac{f}{f-d} = \frac{f}{f-20} \qquad (1)$$

Ảnh A'B' thật f < 20 cm

$$d_1 = 4 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -4\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_2 = l - d'_1 = 28 \text{ cm}$$

$$K_{hệ} = K_1.K_2 = 1.\frac{f}{f - d_2} = \frac{f}{f - 28}$$

$$n = \frac{K}{K_{hệ}} = \frac{A'B'}{A_2B_2} = \frac{f - 28}{f - 20}$$

Do hai ảnh đều thật nên n = 3 => f = 16cm.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 3

PHẦN I. ĐIỆN TỪ HỌC

Chương I. TĨNH ĐIỆN HỌC 5
Bài 1. Điện tích – Định luật Cu–lông 5
Bài 2. Thuyết êlectron cổ điển – Định luật bảo toàn điện tích 13
Bài 3. Điện trường 16
Bài 4. Công của lực điện trường. Hiệu điện thế 21
Bài 5. Vật dẫn và điện môi trong điện trường 28
Bài 6. Tụ điện 31
Bài 7. Năng lượng điện trường 38
Chương II. NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI 44
Bài 1. Dòng điện không đổi nguồn điện 44
Bài 2. Một số loại nguồn điện. Pin và acquy 48
Bài 3. Ôn tập định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có điện trở 52
Bài 4. Điện năng và công suất điện. Định luật Lenxơ 61
Bài 5. Định luật Ôm toàn mạch 71
Bài 6. Định luật Ôm với các loại đoạn mạch 74
Chương III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG 86
Bài 1. Dòng điện trong kim loại 86
Bài 2. Hiện tượng nhiệt điện. Hiện tượng siêu dẫn 89
Bài 3. Dòng điện trong chất điện phân. Định luật Faraday 91
Bài 4. Dòng điện trong chân không 94
Bài 5. Dòng điện trong chất khí 97
Bài 6. Dòng điện trong bán dẫn 101
Bài 7 Linh kiện bán dẫn 104
Chương IV. TỪ TRƯỜNG 107
Bài 1. Từ trường 107
Bài 2. Phương và chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện 109
Bài 3. Cảm ứng từ – Định luật Ampe 111

Bài 4. Từ trường của một số dòng điện có dạng đơn giản 114
Bài 5. Tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song 118
Bài 6. Lực Loren 122
Bài 7. Khung dây có dòng điện đặt trong từ trường 125
Bài 8. Sự từ hóa các chất. Sắt từ 127
Bài 9. Từ trường trái đất 128
Chương V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ 131
Bài 1. Hiện tượng cảm ứng điện từ. Suất điện động cảm ứng trong mạch kín 131
Bài 2. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động 134
Bài 3. Dòng điện Fu–cô 141
Bài 4. Hiện tượng tự cảm 143
Bài 5. Năng lượng của từ trường 146

PHẦN II. QUANG HỌC

Chương VI. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA QUANG HÌNH HỌC 148
Bài 1. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng 148
Bài 2. Hiện tượng phản xạ toàn phần 152
Chương VII. CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC 156
Bài 1. Lăng kính 156
Bài 2. Thấu kính mỏng 159
Bài 3. Mắt 168
Bài 4. Các tật của mắt và cách khắc phục 173
Bài 5. Kính lúp 177
Bài 6. Kính hiển vi 181
Bài 7. Kính thiên văn 186
Bài 8. Bài tập về dụng cụ quang học 191

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại: (04) 9724852; (04) 9724770. Fax: (04) 9711899

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: NGUYỄN BÁ THÀNH

Biên tập: ĐỨC HOÀNG - TRẦN HƯNG
Chế bản: Nhà sách HỒNG ÂN
Trình bày bìa: NGỌC ANH

Đối tác liên kết xuất bản:

NHÀ SÁCH HỒNG ÂN

PHÂN LOẠI BÀI TẬP VẬT LÍ 11, CƠ BẢN - NÂNG CAO
Mã số: 1L - 258ĐH2007.
In 2.000 cuốn, khổ 16 × 24cm tại Công ty TNHH in Bao bì Phong Tân - Tp. Hồ Chí Minh
Số xuất bản: 542 - 2007/CXB/14 – 82/ĐHQGHN,
Quyết định xuất bản số: 570 LK-XH/XB. In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2009.